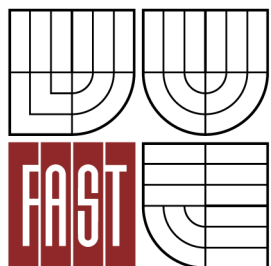




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

PROBLEMATIKA VLIVU ÚKAPŮ ROPNÝCH LÁTEK NA KRYTOVÉ VRSTVY VOZOVEK

CRUDE OIL MATERIALS ON PAVEMENT SURFACE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL SLAVÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HÝZL, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav pozemních komunikací

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michal Slavíček
Název	Problematika vlivu úkapů ropných látek na krytové vrstvy vozovek
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015
V Brně dne 30. 11. 2014	

.....
doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

ČSN EN 13108-1 Asfaltové směsi - Specifikace pro materiály - Část 1: Asfaltový beton
ČSN 736160 Zkoušení asfaltových směsí
ČSN 736121 Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy - provádění a kontrola shody
Sborníky z konferencí Asfaltové vozovky 2006 až 2013

Zásady pro vypracování

V práci rešeršního typu bude věnována pozornost vlivu úkapů pohonných hmot a ostatních ropných produktů na kvalitu krytových vrstev vozovek.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....

Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou vlivu úkapů ropných látek na krytové vrstvy vozovek. Je zde rozebrána platná legislativa pro přepravu nebezpečných látek v Evropské Unii i v České Republice. Dále se práce zabývá přepravou nebezpečných látek, převážně třídy 3: Hořlavé kapaliny, v cisternách. Dále specifikacemi cisteren, požadavky na jejich provoz, nehodami a řešením problémů spojených s likvidací těchto nehod, s ohledem na životní prostředí. Praktická část se zabývá zkouškou odolnosti asfaltových směsí proti působení pohonných hmot, která je popsána v normě ČSN EN 12697-43 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 43: Odolnost proti působení pohonných hmot. Na závěr bakalářská práce popisuje vyhodnocení vlivu působení pohonných hmot na zkušební tělesa z vybraných asfaltových směsí.

Klíčová slova

Ropné látky

Nebezpečné látky

Pohonné hmoty

Silniční přeprava

Hořlavé kapaliny

Cisterny

Dopravní nehoda

Absorpce

Adsorpce

Sorbent

Asfaltová směs

Abstract

The bachelor thesis addresses an issue of an influence of crude oil materials on pavement surface. An analysis of valid legislation for transportation of dangerous goods in the European Union and in the Czech Republic is provided. The thesis is also concerned with transportation of dangerous goods, especially class 3: Flammable liquids in tanks, specifics of the tanks, requirements for their use, accidents and problem solving connected to their disposal with respect to the environment. The practical part deals with a test of resistance of Bituminous Mixtures to fuel, which is more specified in norm ČSN EN 12697-43 "Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 43: Resistance to fuel. The thesis is concluded with the description of results of the influence of fuel effect on specimens made of specific Bituminous Mixtures.

Keywords

Oil products

Dangerous goods

Fuel

Road transportation

Flammable liquids

Tank

Road traffic accident

Absorption

Adsorption

Sorbent

Bituminous mixture

Bibliografická citace VŠKP

Michal Slavíček *Problematika vlivu úkapů ropných látek na krytové vrstvy vozovek*.
Brno, 2015. 71 s., Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,
Ústav pozemních komunikací. Vedoucí práce Ing. Petr Hýzl, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28.5.2015

.....
podpis autora
Michal Slavíček

Poděkování:

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Hýzlovi, Ph.D. za vzorné vedení při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu při psaní této práce.

Obsah

1	Úvod	11
2	Nebezpečné látky	13
2.1	Vlastnosti nebezpečných látek	13
2.2	Způsoby přepravy nebezpečných látek:	13
2.3	Přeprava nebezpečných věcí kategorie 3 Hořlavé kapaliny v tunokilometrech 14	
3	Právní předpisy	15
3.1	Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, Část III Přeprava nebezpečných věcí v silniční dopravě	15
3.2	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) 16	
3.2.1	Územní platnost Dohody ADR	18
3.2.2	Třídy nebezpečných látek dle ADR	18
3.3	Označování vozidel	19
3.3.1	Bezpečnostní značky	19
3.3.2	Oranžové tabulky	21
3.4	Cisterny	22
3.4.1	Kódování cisteren	23
3.4.2	Značení cisterny	24
3.4.3	Požadavky na vybavení cisternových vozidel	24
3.4.4	Plnění cisterny	25
4	Úniky ropných látek	27
4.1	Dopravní nehody	28
4.1.1	Počet nehod při přepravě nebezpečných látek	29
4.1.2	Vyprázdnění převrácené cisterny	30
4.2	Ochrana povrchových vod	31

4.2.1	Sanace zeminy	32
4.2.2	Sanace vody	32
4.3	Princip zachycení kapalných látek	33
4.4	Sorbenty	33
4.4.1	Druhy sorbentů a jejich základní vlastnosti	35
5	Praktická část – Zkouška odolnosti asfaltových směsí proti působení pohonných hmot	41
5.1	ČSN EN 12697-43	41
5.1.1	Podstata zkoušky	41
5.1.2	Zkušební zařízení a pomůcky	42
5.1.3	Příprava zkušebního tělesa	45
5.1.4	Postup zkoušky	46
5.1.5	Zkouška kartáčováním	47
5.2	Změny oproti verzi ČSN EN 12697-43 z června 2006	50
5.3	Postup zkoušky v laboratoři PKO	50
5.3.1	Použité asfaltové směsi:	51
5.3.2	Zkušební tělesa po opláchnutí a vysušení v sušárně	57
5.3.3	Vyhodnocení zkoušky	59
5.4	Speciální modifikované asfalty – varianta jak zlepšit odolnost proti působení pohonných hmot	61
6	Závěr	62
7	Seznam použitých zdrojů	63
8	Seznam obrázků	67
9	Seznam tabulek	69
10	Seznam grafů	70
11	Seznam zkratk	71

1 Úvod

Pro současný vývoj silniční dopravy je typický její prudký nárůst. Tento trend je zřejmý ve všech vyspělých evropských státech. Jako názorný příklad uvádíme situaci ve Spolkové republice Německo, která tuto alarmující skutečnost ilustruje velmi přesně ve svých prognózách dopravy.

Spolkové ministerstvo dopravy a digitální infrastruktury (BMVI) představilo prognózu dopravy do roku 2030.

„Prognóza dopravy 2030 je podkladem pro současně probíhající práce na Spolkovém plánu dopravních cest (BVWP) 2015. Aktuální data v Německu předpovídají mohutný nárůst dopravy. Nákladní doprava (tunokilometry) vzroste v porovnání s rokem 2010 o 38 %, osobní doprava (osobokilometry) o 13 %. U nákladní dopravy je zřejmá vysoká dynamika mezinárodního obchodu s vlivem na přeshraniční dopravu (+42 %) a tranzitní dopravu (+52 %); rovněž vnitrostátní doprava výrazně vzroste (+31 %). Železnice očekávají nejvýraznější nárůst dopravních výkonů (+43 %), následují je nákladní vozidla (+39 %) a lodní doprava (+23 %). Motorizovaná doprava osob bude dále vzrůstat – i přes pokles počtu obyvatelstva. Nárůst dopravy osobními automobily o cca 10 % se vysvětluje větším používáním tohoto dopravního prostředku staršími věkovými skupinami obyvatelstva. Veřejná osobní doprava autobusy včetně dálkových linek vzroste o 6 %, přeprava cestujících po železnici vzroste o 19 %. Největší nárůst však tradičně zaznamená letecká doprava (65 %).“ [1]

Za těmito čísly se však v silniční dopravě skrývá tvrdá realita. Přetížené vozovky dálnic a rychlostních silnic vykazují četné poruchy a vyžadují stále náročnější opatření údržby a oprav. Podobná, snad ještě kritičtější situace je u mostů pozemních komunikací, které v době své výstavby nebyly navrhovány na tak velká dopravní zatížení.

Výsledkem je řada problémů – dopravní kongesce, ovlivněné vysokou intenzitou dopravy, staveniště na pozemních komunikacích, zvýšená nehodovost.

Silniční nehody s úniky pohonných hmot a havárie cisteren jsou samostatnou kategorií závažných nehod. Obecně je známo, že počet havárií u cisteren s pohonnými hmotami je velmi vysoký a jejich dopady na životní prostředí a lidské zdraví jsou

mimořádně nepříznivé, proto je přeprava pohonných hmot legislativně řízena na národní i mezinárodní úrovni.

První část této práce je proto věnována platné legislativě v Evropské unii i v České republice, ve druhé části je pojednáno o vlivu uniklých pohonných hmot na asfaltové vozovky. Tato problematika se stala postupem doby tak závažnou, že v Evropském výboru pro normalizaci (CEN) v technické komisi CEN/TC 227 „Silniční materiály“ byla v pracovní skupině WG 1 „Asfaltové vozovky“ zpracována evropská zkušební norma EN 12697-43 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 43: Odolnost proti působení pohonných hmot. Norma byla schválena CEN 8 dubna 2005 a v prosinci 2005 byla zavedena do soustavy českých technických norem schválením k přímému používání. V červnu 2006 byla zavedena překladem. V roce 2014 byla vypracována v CEN/TC 227 „Silniční materiály“ její revidovaná verze (EN 12697-43:2014), která nahradila dokument z roku 2005 (EN 12697-43:2005). Do české normalizační soustavy byla převzata s účinností od 1. 1. 2015.

2 Nebezpečné látky

Jsou to látky nebo sloučeniny, u kterých při nesprávném zacházení nebo nedodržení bezpečnostních postupů, případně při haváriích, mohou vzniknout různá nebezpečí, jako např. výbuch, vznícení nebo otrava. V našem případě je hlavní nebezpečí v podobě kontaktu nebezpečné látky s krytovými (respektive obrušnými) vrstvami vozovky a jejich následné interakce.

I když tyto látky představují různá nebezpečí, jsou to látky, bez kterých si běžný život v 21. století nedokážeme představit. Proto je nezbytná jejich přeprava.

2.1 Vlastnosti nebezpečných látek

Nebezpečné látky zpravidla představují určité nebezpečí pro živé organismy. V okamžiku, kdy se nebezpečné látky vymknou kontrole, považujeme tuto situaci za havárii. Nebezpečné látky mohou být:

- hořlavé
- výbušné
- toxické
- žíravé
- zdraví škodlivé
- dráždivé
- karcinogenní
- mutagenní
- radioaktivní
- nebezpečné pro životní prostředí [2]

2.2 Způsoby přepravy nebezpečných látek:

- **Letecká doprava** se řídí předpisy Mezinárodní organizace pro civilní letectví (International Civil Aviation Organization – ICAO) a Mezinárodní asociace leteckých dopravců (International Air Transport Association – IATA), ve kterých je zahrnuto vše potřebné o letecké přepravě nebezpečných věcí letecky.
- **Lodní doprava** „ADN“ – Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách, uzavřená dne 26. května 2000 v Ženevě, v platném znění.

- **Železniční doprava „RID“** Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí, obsažený v příloze C Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě (COTIF), uzavřené dne 3. června 1999 ve Vilniusu, v platném znění.
- **Silniční doprava „ADR“** Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí, uzavřená dne 30. září 1957 v Ženevě, v platném znění (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route), dále i „Dohoda ADR“. [3]

V této práci se zaměřím na dopravu silniční. V rámci silniční dopravy se přepravují menší objemy na menší vzdálenosti. Jde převážně o dopravu do místa finálního zpracování dané látky. K přepravě se používají cisternová vozidla.

2.3 Přeprava nebezpečných věcí kategorie 3 Hořlavé kapaliny v tunokilometrech

Tab. 1: Přeprava nebezpečných věcí kategorie 3 Hořlavé kapaliny v tunokilometrech[4]

Země	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Česká republika	795	570	455	597	425	722	879	621	704
Slovensko	150	190	261	180	130	314	200	114	63
Německo	7413	7935	7107	7661	7218	7282	7297	7277	6964
Rakousko	716	831	770	893	842	793	884	735	671
Polsko	2030	1780	2578	2711	2787	3031	3811	3937	3915
Velká Británie	4869	5067	5137	6067	4700	5147	6731	8889	5522
Belgie	1199	1056	999	888	796	946	4486	1067	1133
Dánsko	604	674	393	1035	733	546	560	548	456
Španělsko	6019	5933	6570	6874	5730	6238	5737	5414	4980
Francie	5713	6019	6190	5756	4952	4793	4959	5844	5364
Itálie	7320	6861	7280	7518	7223	7664	644	5227	4797
Řecko	1360	2454	1410	2211	2266	2005	1461	1741	623

3 Právní předpisy

Silniční doprava na území České republiky se řídí zákonem č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění účinném od 1. 5. 2013 a Dohodou ADR.

3.1 Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, Část III

Přeprava nebezpečných věcí v silniční dopravě

Zákon upravuje podmínky provozování silniční dopravy silničními motorovými vozidly prováděné pro vlastní a cizí potřeby za účelem podnikání, jakož i práva a povinnosti právnických a fyzických osob s tím spojené a pravomoc a působnost orgánů státní správy na tomto úseku.

Povinnosti odesílatele při přepravě nebezpečných věcí

- a) předat dopravci řádně a úplně vyplněné průvodní doklady;
- b) zatřídit a předat k přepravě pouze nebezpečné věci, jejichž přeprava je dovolena;
- c) předat nebezpečné věci k přepravě pouze, jsou-li dodržena ustanovení o způsobu přepravy nebezpečných věcí;
- d) dodržet ustanovení o zákazu společné nákladky;
- e) použít k balení nebezpečných věcí pouze schválené a předepsané obaly;
- f) zatřídit, zabalit a označit kusy nebezpečných věcí nápisy a bezpečnostními značkami;
- g) označit kontejner bezpečnostními značkami a označením vztahujícím se k nákladu;
- h) ustanovit bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí;
- i) zabezpečit školení ostatních osob podílejících se na přepravě;
- j) uchovávat po dobu 2 let předepsané doklady.

Povinnosti dopravce při přepravě nebezpečných věcí

- a) zajistit, aby v dopravní jednotce byly při přepravě řádně a úplně vyplněné průvodní doklady;
- b) zajistit, aby pro přepravu nebezpečných věcí byla použita dopravní jednotka k tomu způsobilá a vybavená předepsanými doklady;
- c) zajistit, aby přepravu prováděla pouze osádka dopravní jednotky složená z držitelů odpovídajících osvědčení;

- d) převzít k přepravě a přepravovat pouze nebezpečné věci, jejichž přeprava je dovolena;
- e) zajistit dodržení ustanovení o nakládce, včetně zákazu společné nakládky, vykládce, manipulaci, zajištění nákladu, provozu dopravní jednotky a dozoru nad ní;
- f) zabránit úniku látek nebo poškození přepravovaných věcí a nepřevzít k přepravě nebezpečné věci, u nichž je jejich obal poškozený nebo netěsný;
- g) zajistit, aby v případě nehody nebo mimořádné události členové osádky vozidla provedli opatření uvedená v písemných pokynech pro řidiče vozidla;
- h) provádět přepravu dopravní jednotkou označenou bezpečnostními značkami a označením vztahujícím se k nákladu;
- i) převzít k přepravě pouze kontejner označený bezpečnostními značkami a označením vztahujícím se k nákladu;
- j) používat dopravní jednotku vybavenou předepsanou výbavou;
- k) dodržet ustanovení o způsobu přepravy nebezpečných věcí;
- l) vybavit dopravní jednotku hasicími přístroji;
- m) ustanovit bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí;
- n) uchovávat po dobu 2 let předepsané doklady.

Povinnosti příjemce při přepravě nebezpečných věcí

- a) ustanovit bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí;
- b) dodržet ustanovení o vykládce, čištění a dekontaminaci vozidla;
- c) zabezpečit školení ostatních osob podílejících se na přepravě;
- d) uchovávat po dobu 2 let předepsané doklady. [5]

3.2 Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (Dohoda ADR) byla sjednána v Ženevě dne 30. září 1957 pod patronací EHK OSN a vstoupila v platnost dne 29. ledna 1968. Dohoda byla pozměněna Protokolem pozměňujícím článek 14 (3), který vstoupil v platnost dne 19. dubna 1985.

Přílohy A a B jsou od vstupu v platnost ADR pravidelně pozměňovány a novelizovány.

Aktuální znění, tj. kompletní znění příloh A a B dohody ADR se všemi změnami a doplňky, platné od 1. 1. 2015, bylo uveřejněno v anglickém originálu a jeho českém překladu ve Sbírce mezinárodních smluv, částce 5, jako sdělení Ministerstva zahraničních věcí 11/2015 Sb.m.s.

Podle článku 2 dohody nesmějí být nebezpečné věci, jejichž přeprava je přílohou A zakázána, přijímány k mezinárodní přepravě, zatímco mezinárodní přeprava jiných nebezpečných věcí je dovolena, pokud jsou splněny:

- podmínky stanovené v příloze A pro dotyčné věci, zejména pokud jde o jejich balení a označování
- podmínky stanovené v příloze B, zejména pokud jde o konstrukci, výbavu a provoz vozidel přepravujících dotyčné věci.

Příloha A: Všeobecná ustanovení a ustanovení týkající se nebezpečných látek a předmětů

Část 1	Všeobecná ustanovení
Část 2	Klasifikace
Část 3	Vyjmenování nebezpečných věcí, zvláštní ustanovení a vynětí z platnosti pro omezená množství
Část 4	Ustanovení o používání obalů a cisteren
Část 5	Postupy při odesílání
Část 6	Požadavky na konstrukci a zkoušení obalů, velkých nádob pro volně ložené látky (IBC), cisteren a kontejnerů pro volně ložené látky
Část 7	Ustanovení o podmínkách přepravy, nakládky, vykládky a manipulace

Příloha B: Ustanovení o dopravních prostředcích a o přepravě

Část 8	Požadavky na osádky vozidel, jejich výbavu, provoz a průvodní doklady
Část 9	Požadavky na konstrukci a schvalování vozidel. [6]

3.2.1 Územní platnost Dohody ADR

K 1. lednu 2015 byly smluvními stranami ADR tyto státy:

Albánie, Andora, Ázerbajdžán, Belgie, Bělorusko, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Česká republika, Černá Hora, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Chorvatsko, Irsko, Island, Itálie, Kazachstán, Kypr, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Malta, Maďarsko, Makedonie, Maroko, Moldavsko, Německo, Nizozemsko, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Rusko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Spojené království Velké Británie a Severního Irska, Srbsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Tádžikistán, Tunis, Turecko a Ukrajina.

Dohoda ADR se vztahuje na přepravu po území nejméně dvou z výše smluvních stran. Dohoda ADR je dohodou mezi smluvními státy, a tudíž neexistuje žádný nadnárodní orgán, který by mohl vynucovat její dodržování. V praxi jsou silniční kontroly prováděny smluvními stranami ADR a nedodržení jejích ustanovení může vyústit v uložení sankce národními orgány podle jejich vnitrostátních právních předpisů. Vlastní ADR žádné sankce nestanoví. [6]

3.2.2 Třídy nebezpečných látek dle ADR

Třída 1	Výbušné látky a předměty
Třída 2	Plyny
Třída 3	Hořlavé kapaliny
Třída 4.1	Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečtivěné tuhé výbušné látky
Třída 4.2	Samozápalné látky
Třída 4.3	Látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny
Třída 5.1	Látky podporující hoření
Třída 5.2	Organické peroxidy
Třída 6.1	Toxické látky
Třída 6.2	Infekční látky
Třída 7	Radioaktivní látky
Třída 8	Žíravé látky
Třída 9	Jiné nebezpečné látky a předměty [6]





3.3 Označování vozidel











Dopravní prostředky, které přepravují nebezpečné látky musejí být řádně označeny. K tomu slouží bezpečnostní značky a tzv. oranžové tabulky.


3.3.1 Bezpečnostní značky

Tyto značky mají tvar čtverce postaveného na vrchol a délku strany 250 mm. V horní části je zobrazen příslušný symbol nebezpečnosti dané látky a ve spodní části se nachází číslo třídy nebezpečné látky. Tyto značky byly zavedeny z důvodu zjednodušení identifikace nebezpečných látek. Musí být na každém obalu dané nebezpečné látky.

Tab. 2: Bezpečnostní značky ADR [7]

Třída	Název	Bezpečnostní značení
1	Výbušné látky a předměty	
2	Plyny	<div> Hořlavé plyny</div>
		<div> Nehořlavé, netoxické plyny</div>
		<div> Toxické plyny</div>

3	Hořlavé kapaliny	
4.1	Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečistlivěné tuhé výbušné látky	
4.2	Samozápalné látky	
4.3	Látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny	
5.1	Látky podporující hoření	
5.2	Organické peroxidy	
6.1	Toxické látky	
6.2	Infekční látky	
7	Radioaktivní látky	
8	Žíravé látky	

9	Jiné nebezpečné látky a předměty	
---	----------------------------------	---

3.3.2 Oranžové tabulky

Jedná se o černě orámovanou oranžovou tabuli o rozměrech 400 mm na šířku a 300 mm na výšku rozdělenou na dvě poloviny. V horní polovině je umístěno identifikační číslo dané nebezpečné látky, tzv. Kemlerův kód. V dolní polovině se nachází identifikační číslo dané látky, tzv. UN kód. Toto čtyřčíslí identifikuje přesně danou látku. V současné době je specifikováno UN kódem přibližně 3 000 látek.



3.3.2.1 Identifikační číslo – Kemlerův kód

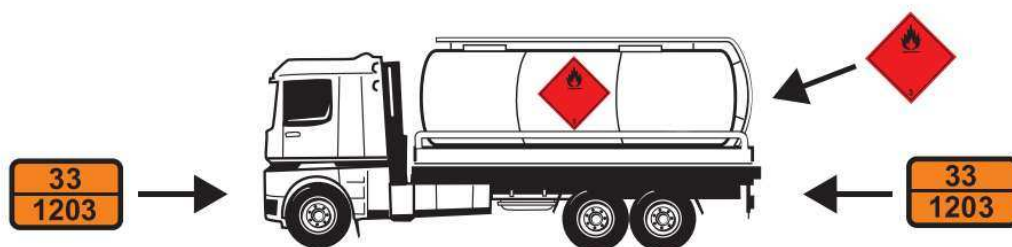
Jedná se o kód, který specifikuje nebezpečnost dané látky pomocí kombinace dvou nebo tří číslic a písmene X. V případě větší intenzity nebezpečí se číslice zdvojí. Kód musí obsahovat minimálně dvě číslice, proto se v případě potřeby doplňuje číslovkou 0.

Tab. 3: Význam jednotlivých číslic u Kemlerova kódu [8]

2	Plynná látka (Uvolňování plynů pod tlakem)
3	Hořlavá kapalina (Hořlavost par kapalin a plynů)
4	Hořlavost pevných látek
5	Látka podporující hoření (Oxidační účinky)
6	Jedovatá látka (Toxicita)
7	Radioaktivní látka
8	Žíravá látka (Leptavé účinky)
9	Samovolná reakce (Nebezpečí prudké, bouřlivé reakce)
0	Bez významu
X	Látka nebezpečně reagující s vodou

Tab. 4: Příklad oranžové tabulky [9]

Látka	Oranžová tabulka	Popis
Nafta		Hořlavá kapalina
Benzín		Vysoce hořlavá kapalina



Obr. 1: Příklad značení cisterny převážející nebezpečnou látku [10]

3.4 Cisterny

Cisterny pro přepravu nebezpečných látek se liší podle typu dané látky. Lišit se mohou materiálem, tloušťkou stěn, konstrukcí nebo v jiných aspektech. Cisterny pro prevoz pohonných hmot jsou kvůli nižší hmotnosti vyrobeny z hliníkových slitin. Cisterny mohou mít různý průřez, například kruhový, oválný nebo obdélníkový. Převravní prostor je rozdělen přepážkami o různém objemu, zpravidla jich bývá pět. Přepážky se v cisterně nacházejí z bezpečnostních důvodů, zamezují přelévání kapaliny, což by mohlo způsobit nestabilitu cisterny. [11]

3.4.1 Kódování cisteren

Každá cisterna je označena čtyřmístným kódem, který udává vlastnosti dané cisterny a ukazuje její způsobilost pro přepravu dané látky. V tabulce níže jsou popsány jednotlivé části kódu.

Tab. 5: Kódování cisteren dle ADR [12]

Část	Popis	Kód	Popis
1	Druh cisterny	L	Cisterna pro látky v kapalném stavu (kapaliny nebo tuhé látky v roztaveném stavu)
		S	Cisterna pro látky v tuhém stavu (práškovém nebo zrnitém)
2	Výpočtový tlak	G	Nejnižší výpočtový tlak dle všeobecných požadavků nebo nejnižší výpočtový tlak v barech
3	Otvory	A	Cisterna se spodními plnicími a spodními vyprazdňovacími otvory se 2 uzávěry
		B	Cisterna se spodními plnicími a spodními vyprazdňovacími otvory se 3 uzávěry
		C	Cisterna s horními plnicími a vyprazdňovacími otvory, jen s čistícími otvory pod hladinou kapaliny
		D	Cisterna s horními plnicími a vyprazdňovacími otvory, bez jakýchkoliv otvorů pod hladinou kapaliny
4	Pojistné ventily	V	Cisterna s výdechovým zařízením, ale bez zařízení chránící proti prošlehnutí plamene nebo cisterna, která není odolná proti tlaku vyvolanému výbuchem
		F	Cisterna s výdechovým zařízením chránícím proti prošlehnutí plamene nebo cisterna, která je odolná proti tlaku vyvolanému výbuchem
		N	Cisterna bez výdechového zařízení, která není hermeticky uzavřena
		H	Hermeticky uzavřená cisterna

3.4.2 Značení cisterny

Každá nádrž se opatří kovovým štítem, který odolává korozi. Ten se připevní na vnější obal cisterny tak, aby byl přístupný při kontrole. Musí být ale připevněn tak, aby nedošlo k oslabení stěn nádrže.

Štítek obsahuje tyto údaje:

- schvalovací číslo;
- jméno nebo značka výrobce;
- výrobní číslo;
- rok výroby;
- zkušební tlak (přetlak);
- vnější výpočtový tlak;
- vnitřní objem nádrže;
- datum a druh naposledy provedené zkoušky;
- značka znalce, který provedl zkoušky;
- materiál nádrže a případně ochranného povlaku.

Na samotném cisternovém vozidle nebo na tabulce musí být dále tyto údaje:

- jméno vlastníka nebo provozovatele;
- provozní hmotnost;
- největší povolená hmotnost.

3.4.3 Požadavky na vybavení cisternových vozidel

Každá dopravní jednotka, kterou se dopravují nebezpečné látky musí být vybavena:

- vhodným hasicím přístrojem;
- sadou nářadí pro opravy běžných závad vozidla;
- alespoň jedním vhodným zakládacím klínem;
- dvěma svítilnami s oranžovým světlem, nezávislými na elektrickém systému vozidla a zkonstruovanými tak, aby jejich používání nemohlo způsobit iniciaci přepravovaných věcí;

- nezbytným vybavením pro řidiče (fluorescenční vestou, ochrannými brýlemi, vhodnou respirační ochranou při přepravě jedovatých látek, párem vhodných rukavic, jednou ruční svítilnou);
- pro ochranu veřejnosti (čtyřmi přenosnými stojatými reflexními výstražnými značkami, např. kužely, trojúhelníky);
- pro ochranu životního prostředí (krytem pro ucpání kanálů a vpustí, lopatkou, sorbentem, sběrnou nádobou pro malá množství uniklé látky). [13]

3.4.4 Plnění cisterny

Cisterny nesmí být plněny jinými látkami, než pro jaké byly schváleny. Dále látkami, které při styku s materiálem nádrže reagují a oslabují je. Plnění cisterny probíhá spodem (novější způsob) nebo horem (starší způsob – nyní se nepoužívá). Nádrže určené pro přepravu nebezpečných kapalných látek, které nejsou rozděleny přepážkami musí být plněny pod 20 % nebo naopak přes 80 % svého objemu, z důvodu bezpečnosti provozu, aby se kapalina uvnitř nádrže nepohybovala a neměnila tak svoje těžiště vůči ose vozu. Nádrže se nikdy neplní na 100 %, a to kvůli roztažnosti vlivem teploty. Látky, které by spolu mohly reagovat, nemohou být naloženy do sousední komory jedné cisterny. Je to možné pouze v případě, když mají přepážky tloušťku stěny cisterny, nebo když je mezi dvěma látkami jedna komora vynechána a neplní se. Během plnění či vyprazdňování se nesmí do ovzduší uvolňovat velké množství nebezpečných plynů. Po naplnění či vyprázdnění nesmí na povrchu cisterny zůstat žádné zbytky nebezpečné látky

Při plnění a stáčení pohonných hmot je nutné dodržovat určitá bezpečnostní opatření. Především musí být provedeno uzemnění vozidla, aby se zabránilo výboji vlivem statické elektřiny, což by mohlo vést k výbuchu přítomných výparů. Řidič proto musí být vybaven antistatickou obuví, nehořlavým oděvem, ochrannými brýlemi, ochranou přilbou a rukavicemi. [14]

3.4.4.1 Povinnosti plniče cisteren

- zajistit zda je cisterna a výstroj v dobrém technickém stavu;
- zkontrolovat, zda nebylo překročeno datum příští zkoušky;
- smí plnit cisterny pouze látkami, které jsou pro přepravu schváleny;
- dodržovat zákaz přepravy v sousedních komorách;
- dodržovat nejvyšší stupeň plnění nebo nejvyšší povolenou hmotnost;

- po naplnění zkontrolovat těsnost uzavíracích zařízení;
- zkontrolovat, zda na vnějším obalu cisterny nejsou zbytky plněné látky;
- zajistit správné označení cisterny (oranžové tabulky, výstražné značky). [15]

4 Úniky ropných látek

Ropa a další ropné produkty se dostávají do nežádoucího kontaktu s životním prostředím zejména při haváriích. K haváriím dochází při těžbě ropy samotné, při výrobě a zpracování ropných produktů, při skladování a v neposlední řadě při jejich přepravě. V menším měřítku může docházet ke vzniku úkapů ropných látek z vozidel. Úkapy vznikají netěsnostmi v palivových systémech vozidel. Jedná se o problém lokálního charakteru, ale dochází při něm k přímému kontaktu s vozovkou s asfaltovým krytem. Působení může být dlouhodobějšího charakteru a dopad na ohrusné vrstvy asfaltového krytu značný. Mezi ropné produkty patří zejména benzin, petrolej, motorová nafta a minerální oleje. Tyto látky při úniku do okolního prostředí kontaminují hlavně zeminu, povrchové a podzemní vody a při kontaktu s vozovkou narušují asfaltovou směs.

Odstraňování následků havárií spojených s únikem nebezpečných látek do okolního prostředí, je velice složité a může být i nebezpečné. Dopady na životní prostředí nelze vždy absolutně eliminovat, ale při dodržení jistých postupů je možné je snížit na přípustnou mez.

Měly by být dodrženy následující kroky:

1. Rychlá analýza havárie, identifikace možných rizik, navržení okamžitých opatření, která zabrání dalšímu šíření do okolního prostředí.
2. Eliminace zdroje znečištění, pokud je stále aktivní.
3. Zamezení šíření nebezpečné látky do povrchových a podzemních vod.
4. Po zajištění havárie, zjištění skutečného rozsahu havárie.
5. Monitoring podzemních a povrchových vod.
6. Detailní analýza uniklé látky.
7. Návrh dlouhodobých sanačních opatření.
8. Sanace podzemních vod a kontaminované zeminy.

Důležitou součástí je zvážení bezpečnostních a zdravotních rizik zúčastněných osob na likvidaci havárie. Dále také zvážení dopadů na jednotlivé části životního prostředí. Nejdůležitějším krokem je zamezení šíření znečištění do širšího okolí. Rychlost provedení opatření je klíčová pro eliminaci znečištění. Nehodu je nutné nahlásit příslušnému vodohospodářskému orgánu, kterému je nutno poskytnout také

zápis o havárii a o provedených opatřeních. V případě, že je nezbytná součinnost hasičského sboru, je nutno kontaktovat příslušnou ohlašovnu požáru a Policii České republiky.

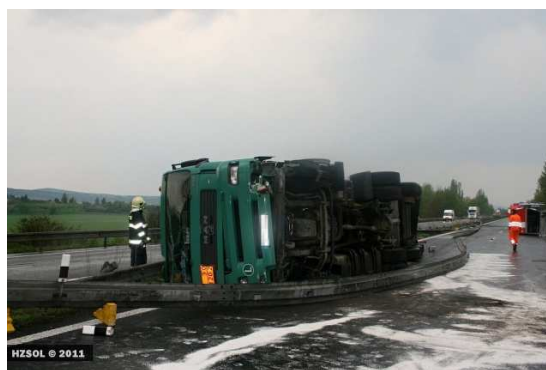
4.1 Dopravní nehody

I přes veškerou snahu nelze dopravní nehody zcela eliminovat. Většinou je na vině lidský faktor nebo technická závada na vozidle. Při dopravní nehodě může dojít k úniku pohonných hmot z nádrže vozidla. V případě přepravy nebezpečných látek může dojít k únikům které mohou být pro životní prostředí katastrofální.

Příklad dopravní nehody cisterny převážející naftu, s únikem nafty z proražené nádrže, bez úniku převážené nebezpečné látky z cisterny.



Obr. 2: Nehoda cisterny, pohled 1 [16]



Obr. 3: Nehoda cisterny, pohled 2 [16]



Obr. 4: Nehoda cisterny, rozprostření sorbentu [16]



Obr. 5: Nehoda cisterny, pohled 3 [16]

Příklad nehody s únikem kapaliny z cisterny. Výhodou bylo, že unikající látka byla syrovátka, tudíž dopad na životní prostředí nebyl příliš významný.



Obr. 6: Nehoda cisterny, pohled 1 [17]



Obr. 7: Nehoda cisterny, unikající kapalina [17]

4.1.1 Počet nehod při přepravě nebezpečných látek

V tabulce níže je zaznamenán podíl dopravních nehod, při přepravě nebezpečných věcí, dle dohody ADR. Statistiky jsou pouze do roku 2009, protože novější nejsou zpracovány.

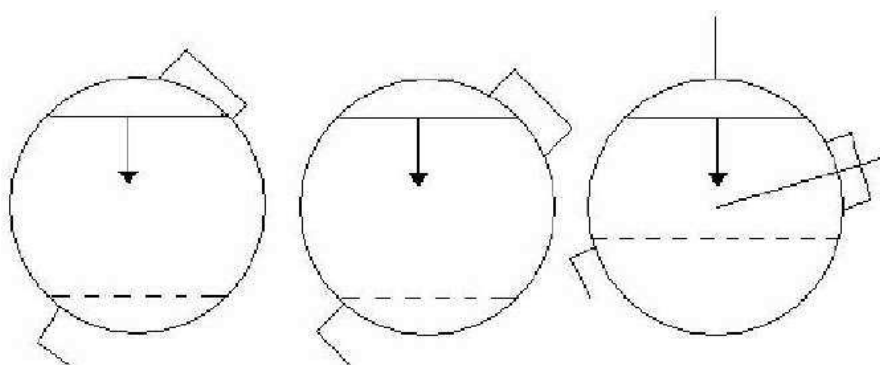
Tab.6: Počet dopravních nehod, při přepravě nebezpečných věcí [18]

Rok	Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných látek				Při nehodě došlo k úniku nebezpečných látek			
	Pevných	Kapalných	Plynných	Celkem	Pevných	Kapalných	Plynných	Celkem
2002	91	139	25	255	1	82	6	89
2003	84	118	16	218	3	7	0	10
2004	13	146	17	176	1	10	0	11
2005	31	163	15	209	3	15	2	20
2006	12	149	25	186	0	5	0	5
2007	17	131	24	172	1	9	0	10
2008	25	124	17	166	0	5	1	6
2009	5	72	14	91	1	5	14	7

4.1.2 Vyprázdnění převrácené cisterny

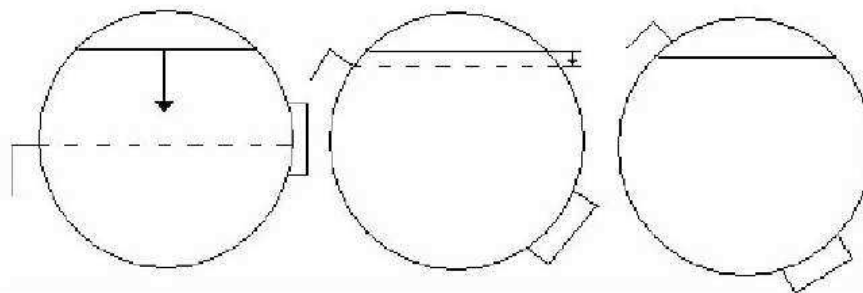
Při havárii cisterny většinou dochází k jejímu poškození. Provozní výstroj může být zdeformovaná, přečerpávací ventily mohou být nepřístupné. Pro přečerpávání hořlavých kapalin se používají speciální čerpadla, která jsou zpravidla přenosná. Vliv na volbu druhu a způsobu přečerpání kapaliny z havarované cisterny má její poloha. Řešení lze rozdělit do dvou skupin:

Cisterna je převrácena na bok pod úhlem do 80° . V tomto případě lze část objemu odčerpat vypuštěním přes spodní vypouštěcí ventil (plná čára značí původní hladinu, čárkovaná čára hladinu, která dosáhla spodního ventilu). Zbylý objem se odčerpá pomocí čerpadla, přes hlavní vstupní otvor.



Obr. 8: Cisterna je převrácena na bok pod úhlem do 80° [19]

Cisterna je převrácena na bok pod úhlem $80^\circ - 180^\circ$. V tomto případě lze pomocí spodního vypouštěcího ventilu odčerpat pouze malé množství obsahu cisterny. Otevření hlavního vstupního otvoru není možné, protože je pod hladinou přepravované látky. V některých případech lze odčerpat látku pouze po úroveň místa, kde látka z cisterny uniká. Další variantou může být čerpání vody do cisterny tak, aby unikala voda a ne nebezpečná látka. Tato variantu může být použita pouze v případě, že daná látka s vodou nereaguje ani se v ní nerozpouští. Pokud přečerpání není možné, je variantou otevření ventilů a pomocí svodných žlabů danou látku svést do záchytné nádrže, ze které bude posléze přečerpána.



Obr. 9: Cisterna je převrácena na bok pod úhlem $80^{\circ} - 180^{\circ}$. [19]

4.2 Ochrana povrchových vod

Dle povahy nebezpečné látky se volí postup ochrany. Ropné látky se mohou vyskytovat ve vodách jako rozpuštěné nebo nerozpuštěné. Přítomnost těchto látek je patrná podle skvrn nebo olejového filmu na hladině. Tento film znemožňuje přístup nezbytného kyslíku do vody. Tyto látky také ovlivňují senzorické vlastnosti, jako je chuť a zápach.

Ropné látky v povrchové vodě mohou být rozděleny do tří kategorií:

Sedimentující – Jedná se o látky s vyšší objemovou hmotností než voda, které se usazují u dna. Pro jejich likvidaci je nutné vybagrování, dříve než dojde k rozpuštění dané látky.

Plovoucí na hladině – Tyto látky je nutné co nejrychleji na hladině ohraničit pomocí norných stěn a následně z povrchu odstranit odsátím nebo za použití sorbentů, které danou látku pohltnou. Účinnost norných stěn ovlivňuje především povaha povrchové vody, zda se jedná o vodu stojatou nebo tekoucí. U tekoucích vod může docházet k obtékání norných stěn, v tom případě je nutné zařadit více stěn za sebe.

Rozpuštěné látky – Tyto látky jsou z vody odstranitelné velice obtížně. Lze odčerpat kontaminovanou vodu do dekontaminačních nádrží a po snížení kontaminace opět vypustit zpět.

4.2.1 Sanace zeminy

Na místě

Tato metoda probíhá bez nutnosti výkopových prací. Využívají se biodegradační postupy, kdy se do půdy vpravují bakterie a živiny, které napomáhají zeminu od nežádoucích látek očistit. Další metodou může být injektáž chemických látek, které reagují s nebezpečnou látkou a rozkládají ji.

Na místě s odstraněním zeminy

Tato metoda spočívá v odtěžení kontaminované zeminy, ale její dekontaminace probíhá v blízkosti místa havárie. Jsou využívány metody biodegradace s tím, že vytěžená zemina je odložena na zajištěné ploše. Další variantou může být termická desorpce. Je to proces, při kterém je kontaminovaný materiál zahříván nad bod varu, čímž se urychluje uvolňování kontaminantu. Uvolněné páry se spalují nebo se zachycují kondenzací. Po dekontaminaci je možné vrátit vytěženou zeminu zpět na místo.

Mimo místo havárie

Tato metoda spočívá ve vytěžení zeminy a jejím následném odvezení k vyčištění nebo k uložení na skládku nebezpečného odpadu. [20] [21]

4.2.2 Sanace vody

Na místě

Jedná se o čištění vody přímo. Využívají se metody biodegradace nebo vhánění čistého a odsávání kontaminovaného vzduchu.

Mimo kontaminované místo

Tato metoda spočívá v odčerpávání vody a v jejím následném čištění na povrchu. Využívají se různé metody, jako jsou sorpce, membránová filtrace, chemické srážení, odvětrávání nebo biologické čištění. [20]

Obecně existuje velký počet metod pro sanaci zeminy a vody, které však nejsou předmětem této práce.

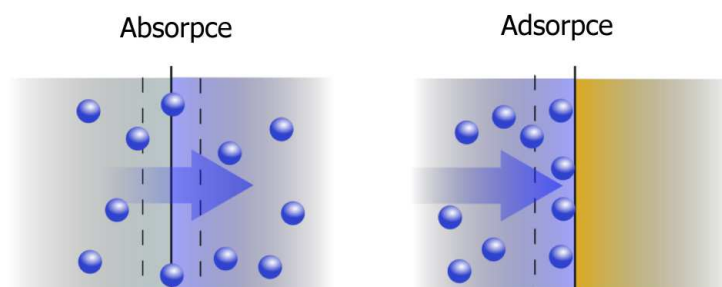
4.3 Princip zachycení kapalných látek

V případě úniku kapaliny z cisterny nebo cisternového vozu do volného prostoru se provádí její zachycení pomocí speciálních látek a materiálů. Tyto látky jsou schopny na sebe kapalinu vázat, pohlcovat nebo s ní reagovat. Zachytávání těchto kapalin probíhá na různých chemických nebo fyzikálních principech. Obecný název pro tyto reakce je sorpce.

Rozeznáváme dva typy sorpce.

Absorpce je jev spojený s pohlcováním kapaliny dovnitř objemu pevné látky, kterou nazýváme absorbentem.

Adsorpce je jev spojený s pohlcováním kapaliny na povrch pevné látky, kterou nazýváme adsorbentem. Pokud je adsorpce spojená s následnou chemickou reakcí mezi kapalinou a pevnou látkou, hovoříme o chemické adsorbci. Tento jev je nevratný. Pokud se jedná o adsorpci fyzikální, je možno danou látku, zachycenou na povrchu, uvolňovat.



Obr. 10: Schéma absorpce a adsorpce [22]

V praxi se souhrnně všechny tyto látky a materiály, které na sebe vážou jakoukoliv kapalinu nebo látku, nazývají sorbenty.

4.4 Sorbenty

Jsou to látky převážně tuhého skupenství a mají různé chemické složení. Jsou uvedeny do takové formy, aby jejich aktivní povrch byl co největší, a to z důvodu, aby při co nejmenším objemu, byly schopny zachytit co největší množství pohlcované látky. Jejich hlavní využití je zejména při odstraňování tenkých vrstev uniklých kapalin na velké ploše. Znečištěný povrch je tímto způsobem možno osušit a částečně nebo úplně jej zbavit dané látky.

Základní dělení sorbentů: – sypké
– textilní

Sorbenty mají ovšem i záporné vlastnosti. Mezi hlavní záporné vlastnosti sypkých sorbentů patří jednoznačně jejich prašnost a špinění při práci s nimi. Tyto negativní vlastnosti obtěžují zasahující jednotky, případně i další zúčastněné i neúčastněné osoby, které se pohybují v blízkosti zásahu. V důsledku povětrnostních vlivů také vzrůstá spotřeba daného sorbentu. Fakt, že sypké sorbenty daný prostor zašpiní, může jejich použití omezit nebo dokonce znemožnit. Zvláště v provozech, kde je kladen zvýšený důraz na čistotu prostředí a hygienu.

Výše uvedenými zápornými vlastnostmi netrpí textilní sorbenty. Textilní sorbety fungují na principu přilnutí rozlité kapaliny k povrchu sorbentu. Mezi jejich vlastnosti patří:

Vynikající sorpční vlastnost. Pro odsátí srovnatelného množství kapaliny je jejich hmotnost asi 30krát nižší než při použití sypkých sorbentů.

Dlouhá životnost. Bez problému odolávají slunečnímu záření i plísním. Při déle trvajícím zásahu je lze použít vícekrát, a to tak, že se daná textilie jednoduše mechanicky vyždímá a poté se opět umístí zpět na znečištěné místo. Tento proces lze neustále opakovat.

Snadná manipulace v důsledku nízké hmotnosti a snadná úprava tvaru.

Textilní sorbenty se vyrábí ve formě rohoží, koberců, hadů, norných stěn, polštářků, sorpčních pásků.

Textilní sorbenty se nejčastěji dělí na tři druhy:

Údržbové. Sají běžné, méně agresivní kapaliny i vodu. Mají použití tam, kde dochází k pravidelným únikům méně agresivních kapalin. Nehodí se k zachycení chemikálií a ropných produktů z vodní hladiny.

Hydrofobní. Sají pouze nepolární látky. To jsou látky, které se nemísí s vodou. Jejich využití je především při odstraňování dané látky z povrchu vodní hladiny, případně z jině, vodou ředitelné, kapaliny.

Univerzální. Sají všechny kapaliny včetně agresivních chemikálií. Nehodí se pro použití na vodní hladině, jelikož sají i vodu. Tím pádem se stávají neefektivními. [23]

4.4.1 Druhy sorbentů a jejich základní vlastnosti

4.4.1.1 Sypké sorbenty

VAPEX

Jedná se o sypký, zrnitý, pórovitý materiál bílé barvy. Vyznačuje se nízkou nasákavostí vody, protože je jeho povrch opatřen nesmáčivým, vodoodpudivým povlakem. Na vodě plave. Ve svých pórech absorbuje nepolární látky, jako jsou ropa, nafta, benzín nebo olej. Této vlastnosti se využívá například při čištění odpadních vod. Je chemicky inertní a netoxický. Lze použít i při znečištění půdy. Jeden metr krychlový Vapexu je schopen absorbovat minimálně 350 litrů ropných látek. Vapex lze použít i při hašení ropných produktů. Jeho likvidace se provádí ve spalovnách. [23] [24]

CHEZACARB

Jedná se o sorpční saze s vysoce hydrofobizovaným povrchem. Mají tvar nepravidelných granulí o velikosti 0,5 až 2,5 mm. Vyrábí se jak produkt při zplyňování těžkých ropných zbytků parciální oxidací, při teplotách okolo 1300 °C. Vyznačují se vysokou účinností při zachytávání ropných. Důvodem je vysoký měrný povrch a vysoká poréznost. [23]

NOWAP

Je sorbent vytvořený z tříděného expandovaného perlitu. Slouží k rychlému odstranění ropných látek. Je určen k použití na pevných plochách. Protože je hydrofilní, váže vodu, není určen pro použití na vodní hladinu. Je schopen vázat velká množství organických kapalin. 100 g Nowapu dokáže pohltit až 116 ml oleje nebo 222 ml nafty nebo benzínu. Používá se i díky svým hygienickým vlastnostem. [25]

ROP-EX

Je to univerzální absorpční prostředek na bázi gumy. Je sypký, jemnozrnný o velikosti částic až 0,4 mm. Slouží k rychlému a bezpečnému zachycení ropných látek z pevných ploch, silničních komunikací. Jelikož má hydrofobní vlastnosti, může být použit i k zachycení ropných látek z vodní hladiny. Je stálý, netoxický a zdravotně

nezávadný. Absorbované látky se neuvolňují ani při mechanické manipulaci s ním, a to po dobu několika let. Absorbuje veškeré oleje, naftu, benzin, parafín. Dále také metanol, etanol, butanol, glykol, heterocyklické sloučeniny a další chemikálie. [23]

CANSORB

Je to přírodní, organický materiál hnědé barvy. Vznikl v Kanadě. Jedná se o upravenou rašelinu. Při speciálních úpravách za teplot okolo 900 °C dochází k vylučování přírodních vosků na povrch materiálu, díky čemuž se stává hydrofobním. Je možné jej používat na vodní hladině nebo za deště. Je netoxický a to i po absorpci nebezpečné látky. Vyznačuje se hlavně vysokým sorpčním poměrem, který je 1 : 10 až 1 : 14. Je schopen vázat veškeré uhlovodíky i jiné chemikálie. Absorbovanou látku již nepustí. Použitý Cansorb lze likvidovat kompostováním, což je nejlevnější a nejekologičtější způsob likvidace. Je schopen v rozmezí šesti až osmnácti měsíců rozložit uhlovodíky obsažené v ropných látkách na oxid uhličitý a vodu. Je možné ho likvidovat i ve spalovnách. [26]

UNI-SAFE

Je to směs zrnitého polymeru a dalších jemně mletých minerálních látek, které mají vysokou sorpční schopnost. Je schopen zabránit vzniku nebezpečných a nekontrolovatelných reakcí při styku s velmi agresivními chemikáliemi, jako jsou například kyselina dusičná, kyselina fluorovodíková a peroxid vodíku. Okamžitě zabraňuje vypařování nebezpečných látek do ovzduší. Je schopen pojmout až 75násobek své původní hmotnosti. Po nasáknutí vzniká želatinová hmota, kterou je možno velice jednoduše odstranit. Uni-safe funguje také jako indikátor. Při styku s kyselinami se zbarví žlutě a při kontaktu se zásadami se zbarví tmavě zeleně až modře. Je to způsobeno indikátorovým barvivem. Tato vlastnost pomáhá zasahujícím jednotkám při určení dané látky. Uni-safe má vlastnost dokonale danou látku vysát z povrchu, proto nedochází k vyplavení nebezpečné látky na povrch při dešti. Doporučený způsob likvidace je spalování, protože produktem spalování je oxid uhličitý a voda. [27]

CHEMSORB III R

Je to přírodní materiál. Je vhodný pro ekologické a ekonomické čištění povrchů, jak hladkých, tak pórovitých. Jeho předností je, že je možné ho regenerovat, a proto může být použit opakovaně. Ostatní sypké sorbenty je třeba likvidovat. Jeden kilogram dokáže vázat až 0,742 l oleje.

ALL PURPOSE

Je tvořen přírodním materiálem. Spolehlivě a rychle zachycuje oleje všech viskozit, dále tuky, mazací prostředky a další kapaliny. Vyznačuje se vysokou sorpční schopností. Je pachově neutrální, pevný při našlápnutí, nemaže a je málo prašný.

US SPECIÁL

Jedná se o vysoce savý materiál. Je nehořlavý a chemický nezávadný. Po nasáknutí zůstává tvrdý a aktivní v sací schopnosti, díky čemuž může být použit jako trvalý sorbent. Může zůstat na místě nehody i několik dní. Nezanechává stopy.

CONEX WB

Je vyroben ze speciálního perlitu. Lze jej použít při likvidaci olejů ve vodách i na silnici. Má vysokou kapacitu jímání oleje. Na vodě plave.

CONEX CB

Je to materiál, který pojme tekutiny až do 75ti násobku vlastní hmotnosti. Při použití brání vzniku plynů, které mohou ohrožovat zasahující jednotky nebo ostatní osoby v blízkosti zásahu. Dokáže výrazně zpomalit, až úplně zastavit chemické reakce, které vznikají při kontaktu s danou látkou.

LITE-DRI

Jedná se o univerzální sorpční drť. Je vyroben z upravené celulózy. Je sypký, neprašný a zdravotně nezávadný. Je vhodný k zachycení nejtenčích vrstev kapaliny. Díky své nízké hmotnosti může být použit v členitém terénu. Může být vytvořen i v hydrofilním provedení, pro použití na vodní hladině, kde sorbuje pouze ropné látky. Může být likvidován spálením. [28]

PEATSORB

Jedná se o hydrofobní rašelinovou sorpční drť. Tento sorpční materiál podporuje biodegradaci zachycených ropných produktů. Lze jej užít pro likvidaci ropných havárií na pevném povrchu i na vodní hladině. Lze jej použít na dočišťování povrchů nebo na obtížně dostupných místech. Má nízkou hmotnost a lze jej dlouhodobě skladovat za běžných podmínek. Aktivně podporuje biodegradaci zachycených ropných produktů. Lze jej spalovat ve spalovnách nebo může být likvidován na biodegradačních polích.

REOSORB

Jedná se o hydrofobní sorpční drť na bázi polyuretanu. Je velmi lehký a má neomezenou dobu skladování. Má vysokou sorpční schopnost. Je vhodný pro použití na vodní hladině (dlouhodobě plovoucí). Velice rychle dokáže nasát olejové skvrny i ropné produkty. Vhodné použití v kombinaci se sorpčními hady. Po nasáknutí nemění vlastnosti dané látky. Je velice lehce spalitelný.

ECO-DRY

Je to hydrofilní, nehořlavá, neprašná drť na bázi horniny křemeliny. Je to chemicky netečný materiál, který rychle saje. Vyznačuje se vysokou chemickou odolností. Velice výhodné je použití na vozovkách, protože při mechanickém zatížení se zrna nedrtí ani neuvolňují zachycenou kapalinu. Lze jej jednoduše zamést z povrchu.

4.4.1.2 Textilní sorbenty

SORB

Je vysoce aktivní buničina ze syntetických hydrofobních vláken. Je schopna pojmout až 20krát více oleje, než je jeho hmotnost. Je použitelná na vodě i na zemině. Používá se v oblastech pracovního lékařství. Používají se šátky, na malá znečištění. Desky o tloušťce 1 cm jsou vhodné pro ochranu vod. V rolích se používá pro plošná znečištění v dílnách nebo na vodní hladině.

SORPČNÍ KOBEREK

Má stejné vlastnosti i chemickou odolnost jako sypký sorbent. Rozdíl je v tom, že se dodává v rolích. Je vhodný do průmyslových provozů nebo do autoservisů. Nemění vlastnosti nasáklé látky. Umožňuje mechanické stírání nečistot z různých povrchů. Dále také trvalou sorpci lokálních úkapů ropných látek.

SORPČNÍ KOBEREK ANTISTATICKÝ

Jedná se hydrofobní koberec vyrobený z mikrovláken polypropylenu zpevněných tepelným prolisováním se speciální antistatickou úpravou. Tudíž může být použit v prostorách, kde by mohlo dojít k výbuchu nebo vzplanutí par plynů v důsledku přeskočení elektrostatického náboje.

SORPČNÍ HAD

Je vyroben z hydrofobní sorpční textilie nastříhané na proužky a zpevněné síťovým obalem tvaru válce. Na obou koncích je osazen karabinou pro snadné napojení dalších hadů. Lze použít jako nornou stěnu při likvidaci ropných nebo olejových havárií. Je vhodný jako prevence na výstupech z čističek odpadních vod. Sorpční hady jsou zdravotně nezávadné, odolné vůči povětrnostním vlivům, plísním a mikroorganismům. Dodávají se v průměrech od 8 cm do 20 cm. [29]

SORPČNÍ PROUŽKY

Hydrofobní proužky vyráběné v různých šířkách pro zachycení ropných produktů z vodní plochy nebo z nerovných povrchů. Jsou vhodné pro použití v místech se špatným přístupem, jako jsou travnaté břehy řek nebo rybníků. Díky svému velkému měrnému povrchu velmi rychle sorbují ropné látky. [30]

REO FB

Jedná se o netkanou textilií. Je vyrobena z vysoce pevných, avšak porézních hydrofobních vláken s velkým měrným povrchem. Propouští vodu a ropné látky zachytává na svém povrchu. Je vhodná pro použití na vodní hladinu. Lze použít jako vodopropustnou membránu k ochraně půdy před ropnými látkami nebo ke stírání pevných povrchů.

RYCHLOSAVÉ PRACOVNÍ UTĚRKY

Jsou vyrobeny z netkané textilie. Vynikají vysokou odolností proti otěru a netřepí se. Mají vysokou sorpční schopnost. Dají se použít opakovaně. Výborně nahrazují čisticí bavlnu. [31]



Obr. 11: Rozprostření sorbentu ručně [32]



Obr. 12: Rozprostření sorbentu pomocí speciálního vozíku [33]

5 Praktická část – Zkouška odolnosti asfaltových směsí proti působení pohonných hmot

Při uniku pohonných hmot na vozovku bylo třeba zjistit vliv těchto látek na zasažené obrusné vrstvy asfaltových směsí. Proto v Evropském výboru pro normalizaci (CEN) v technické komisi CEN/TC 227 „Silniční materiály“ byla v pracovní skupině WG 1 „Asfaltové vozovky“ zpracována evropská zkušební norma EN 12697-43 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 43: Odolnost proti působení pohonných hmot.

5.1 ČSN EN 12697-43

Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 43: Odolnost proti působení pohonných hmot

5.1.1 Podstata zkoušky

Zkušební válcové těleso známé hmotnosti se částečně ponoří do zkoušené pohonné hmoty na stanovenou dobu. Po vyjmutí z lázně se zkušební těleso opláche vodou a suší se po dobu 24 hodin, při teplotě 25 °C. Po vysušení se těleso zváží, aby se zjistil úbytek hmotnosti po ponoření, a ponořený povrch se vizuálně posoudí. Těleso se uchytí do ocelové formy, ponořeným povrchem vzhůru. Povrch se potom kartáčuje ocelovým kartáčem upnutým do kartáčovacího zkušebního zařízení, při vnesení abrazivního zatížení. Kartáč se po povrchu pohybuje v epicykloidách. Po 30 s se kartáč zastaví a zkušební těleso vyjme. Změří se ztráta hmotnosti a kartáčovaný povrch se vizuálně posoudí. Zkušební těleso se umístí zpět a opakuje se stejný postup po 30 s a 60 s. Po 60 s se kartáčovaný povrch znovu vizuálně posoudí.

Celková doba kartáčování je 120 s. Společná ztráta materiálu, z povrchu zkušebního tělesa, po ponoření a zkoušce kartáčováním je hlavním parametrem pro odolnost proti působení konkrétní pohonné hmoty. Ztráta materiálu po ponoření (chemické zatěžování) a zkoušce kartáčováním (mechanické zatěžování) je mírou odolnosti proti působení konkrétní pohonné hmoty. [34]

5.1.2 Zkušební zařízení a pomůcky

1. Kádinka se skleněnou tyčinkou – nádoba válcového tvaru s plochým dnem o vnitřním průmětu minimálně 140 mm (při použití zkušebních těles z asfaltového koberce drenážního nejméně 190 mm) a hloubku minimálně 150 mm, do které se ponoří zkušební těleso. Aby došlo k dokonalému smočení tělesa v lázni, umístí se na dno skleněná tyčinka o délce 70 mm a průměru 8 mm, která brání kontaktu tělesa se dnem nádoby a brání také nahromadění vzduchu pod ponořeným zkušebním tělesem.

2. Skleněná nálevka – slouží k nalévání zkoušené pohonné hmoty tak, aby nedošlo k poškození zkušebního tělesa.

3. Váhy – měřicí s přesností $\pm 0,1$ g.

4. Odvětrávaná klimatizační komora – se schopností udržovat teplotu (25 ± 2) °C v blízkém okolí zkušebního tělesa.

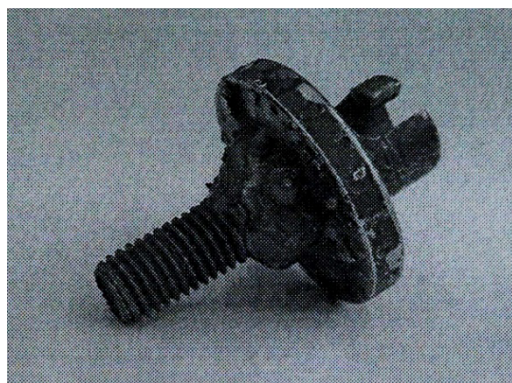
5. Rázový zhutňovač, gyrátor nebo zhutňovač desek – pro přípravu zkušebních těles v laboratoři.

6. Kartáčovací zkušební zařízení

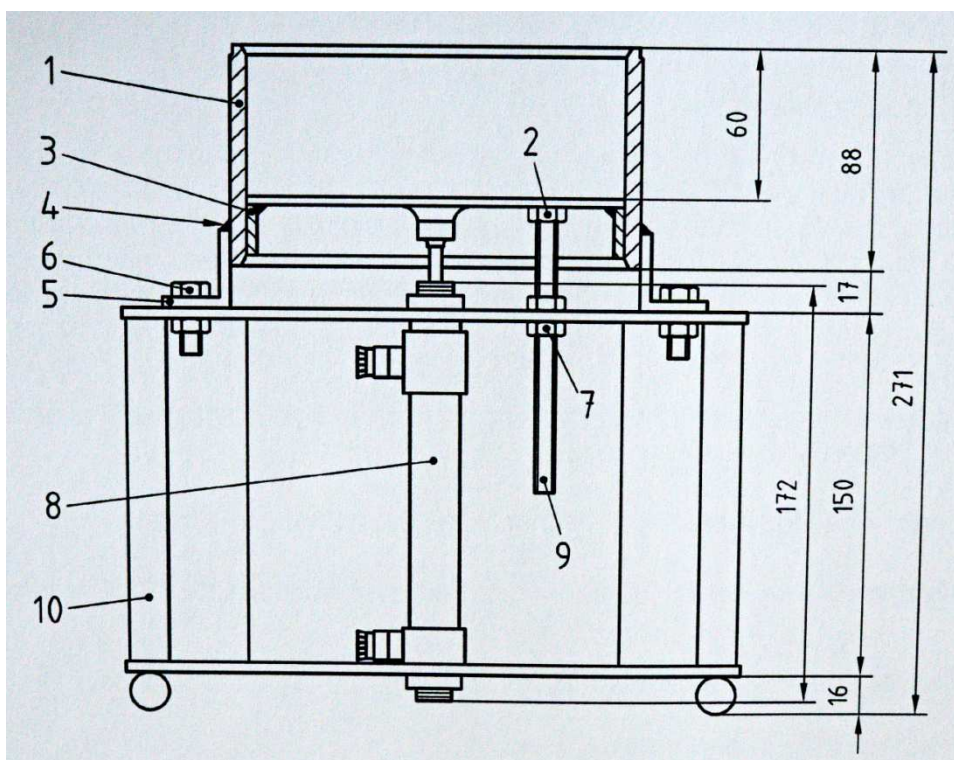
Pro zkoušku kartáčováním existují dvě různá zařízení.

6.1 Zkušební zařízení založené na laboratorní míchačce

Může být použita jakákoliv míchačka dle EN 12697-35. Tato míchačka vykonává epicyklický pohyb. Rychlost otáčení musí být (60 ± 3) otáček za minutu. Ocelový kartáč je připojen k míchačce pomocí upínacího kolíku (viz Obr. 13). K posunu zkušebního tělesa konstantní silou se postaví speciální rám (viz Obr. 14), který využívá stlačený vzduch k posunu zkušebního tělesa proti kartáči.



Obr. 13: Upínací kolík [34]



Obr. 14: Příklad rámu pro zkoušku kartáčováním [34]

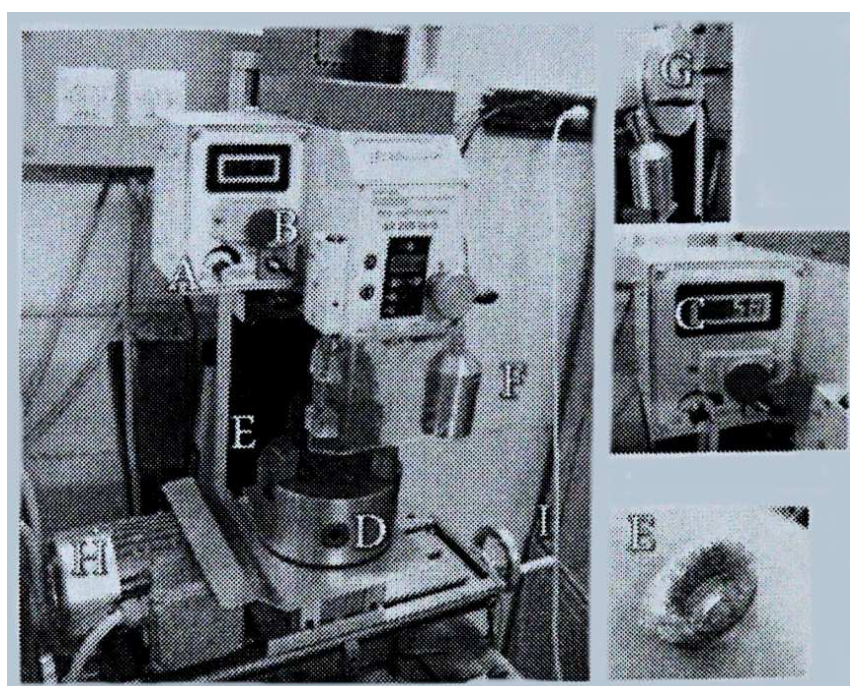
Legenda:

- | | | | |
|---|--|----|------------------------|
| 1 | Prstenec (průměr 150 mm) | 6 | Kolík |
| 2 | Matice | 7 | Děrovaná matice |
| 3 | Kovový prstenec, výška 20 mm,
průměr 150 mm | 8 | Pneumatický servopohon |
| 4 | Svar | 9 | Závit |
| 5 | Rohový profil tvaru L | 10 | Tyč (průměr 16 mm) |

[34]

6.2 Zkušební zařízení založené na frézovacím stroji

Frézovací stroj (viz Obr. 15), může být přizpůsoben k provedení zkoušek kartáčováním podle této normy. Ruční kolo používané k nastavení frézovací hlavy je nahrazeno směrovací kladkou (G) nesoucí závaží (F) k aplikaci konstantního tlaku na zkušební těleso. Frézovací hlava je nahrazena ocelovým kartáčem (viz Obr. 16). Excentricita epicyklického pohybu může být nastavena v širokém rozsahu. Zkušební těleso je upevněno upínacími čelistmi (D), které mají proměnný průměr. Tím je zajištěna pozice zkušebního tělesa, vždy na střed pod kartáčem. Rychlost otáčení musí být (60 ± 3) otáčky za minutu.



Obr. 15: Kartáčovací zařízení založené na frézovacím stroji [34]

Legenda:

A	Digitální kontrola rychlosti	F	Závaží na směrovací kladce
B	Nouzové vypnutí	G	Směrovací kladka
C	Displej ukazující rychlost	H	Motor pro upínací čelisti
D	Upínací čelisti	I	Ruční kolo pro polohování upínacích čelistí
E	Ocelový kartáč		

[34]

7. Ocelový kartáč

- hrncový kartáč poháněný elektromotorem;
- vnější průměr 60 mm;
- vnitřní průměr 30 mm;
- štětiny kartáče jsou z válcované kroucené oceli o průměru 0,3 mm;
- délka štětín přibližně 17 mm. Během kartáčování se délka štětín kartáče zkracuje, pokud se sníží na 75 % jejich počáteční délky, musí se kartáč vyměnit.



Obr. 16: Ocelový kartáč [34]

8. Kartáč s jemnými štětinami

5.1.3 Příprava zkušebního tělesa

Asfaltová směs se vyrobí buď v laboratoři dle EN 12697-35, nebo na obalovně. Z asfaltové směsi se připraví 3 válcová zkušební tělesa. Tělesa z asfaltového koberce drenážního musí mít průměr (150 ± 2) mm a výšku v rozmezí 40 mm až 60 mm. Ostatní zkušební tělesa musí mít průměr (100 ± 2) mm a výšku v rozmezí 40 mm až 60 mm. Připraví se buď hutněním směsi dle ČSN EN 12697-30 (rázový zhutňovač), nebo ČSN EN 12697-31 (gyrátor), nebo ze zkušebního tělesa ze směsi zhutněné dle ČSN EN 12697-33, nebo se odeberou jádrové vývrty z vozovky dle ČSN EN 12697-27. Dle ČSN EN 12697-6 a ČSN EN 13108-20:2006, příloha A, se stanoví objemová hmotnost zkušebních těles. Suchá hmotnost zkušebních těles se zaznamená jako m_1 . Měření probíhá s přesností na nejbližších 0,1 g. Tělesa se uloží v laboratoři při pokojové teplotě (mezi 18 °C až 25 °C) po dobu nejméně 24 hodin po stanovení jejich objemové hmotnosti. Zkušební tělesa vyrobená v laboratoři se uloží v suchu po dobu mezi 14 dny až 42 dny od doby jejich výroby při pokojové teplotě (mezi 18 °C až 25 °C) před jejich ponořením do pohonné hmoty. Zkušební tělesa musí ležet na rovném povrchu. [34]

5.1.4 Postup zkoušky

5.1.4.1 Příprava pro zkoušení a ponoření

Zkušební těleso se ponoří zkoušeným povrchem dolů do kádinky se dvěma skleněnými tyčinkami na dno za účelem udržet těleso ve vodorovné poloze. Díky tyčinkám nedochází k uzavření vzduchu mezi pohonnou hmotou a zkušebním tělesem. Pomocí skleněné nálevky se kádinka naplní pohonnou hmotou, tak aby zkušební těleso bylo ponořeno do $(50 \pm 3) \%$ jeho výšky. Mezi zkušebním tělesem a stěnou kádinky musí zůstat prostor minimálně 10 mm. Po ponoření se kádinka překryje kovovou fólií a uloží se po dobu $24 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ v laboratoři při pokojové teplotě (mezi 18°C až 25°C). V případě asfaltové směsi s asfaltem modifikovaným polymery se doba uložení prodlouží na $72 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$. Tím se zajistí náročnější zkušební podmínky. [34]

5.1.4.2 Očištění zkušebního tělesa

Po uplynutí stanovené doby se zkušební těleso vyjme z kádinky a oplachuje se vodou, do doby než stékající voda z tělesa nemá konstantní pH s tolerancí $\pm 0,5$. V případě použití pohonné hmoty s obsahem solí, musí být kontrolována vodivost vody, která byla použita na očištění, v případě že je vodivost konstantní, považují se tělesa za čistá. Pro měření kyselosti nebo vodivosti vody může být použito standardní vybavení. Volné částice, na ponořeném povrchu, se ručně a opatrně odstraní pomocí kartáče s jemnými štětinami (viz Obr. 17). Volné částice nesmí být odstraněny rukou. Po očištění se vloží zkušební těleso do klimatizační komory po dobu $(24 \pm 2) \text{ h}$ při teplotě $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$. Poté se může zaznamenat hmotnost zkušebního tělesa po nasycení a osušení m_2 s přesností na 0,1 g. Zkouška se zastaví, pokud ztráta hmotnosti je $> 5 \%$.

[34]



Obr. 17: Očištění zkušebního tělesa po ponoření [34]

5.1.5 Zkouška kartáčováním

Existují dva typy. Jedna pro zkušební tělesa asfaltového koberce drenážního (viz EN 13108-7) a druhá pro tělesa z jiné směsi než je asfaltový koberec drenážní.

5.1.5.1 Zkouška kartáčováním pro zkušební těleso asfaltového koberce drenážního použitím laboratorní míchačky

Zkušební těleso se umístí pevně pod plochu, kterou pokryje kartáč. Po upevnění zvedne pneumatický servopohon těleso proti kartáči. Síla mezi kartáčem a zkušebním tělesem musí být (60 ± 3) N. Vzhledem k tomu, že plocha pokrytá kartáčem je přibližně 100 mm, není povrch zcela zatížen. Kartáčováním je ovlivněn pouze vnitřní prstenec.

Rychlost otáčení kartáče musí být (60 ± 3) otáček za minutu. Celková doba kartáčování je 120 s, která je rozdělena na 3 doby (30 s, 30 s a 60 s). Po každé době je těleso vyjmuto a zváženo s přesností na 0,1 g (v pořadí m_3, m_4 a m_5)

Zatížení se na zkušební těleso aplikuje postupně v průběhu 5 s od začátku. Během této doby se kartáč otáčí. Tato doba narůstajícího zatížení je zahrnuta do doby kartáčování, tak že první doba 30 s se skládá z 5 s přechodu z nulového na maximální zatížení, a doby 25 s kartáčování s maximálním zatížením. [34]

5.1.5.2 Zkouška kartáčováním pro zkušební těleso z jiné směsi než je asfaltový koberec drenážní použitím laboratorní míchačky

Zkušební těleso se umístí pevně pod plochu, kterou pokryje kartáč. Po upevnění zvedne pneumatický servopohon těleso proti kartáči. Síla mezi kartáčem a zkušebním tělesem musí být (140 ± 5) N. Téměř celá plocha zkušebního tělesa je zatížena kartáčováním.

Rychlost otáčení kartáče musí být (60 ± 3) otáček za minutu. Celková doba kartáčování je 120 s, která je rozdělena na 3 doby (30 s, 30 s a 60 s). Po každé době je těleso vyjmuto a zváženo s přesností na 0,1 g (v pořadí m_3, m_4 a m_5)

Zatížení se na zkušební těleso aplikuje postupně v průběhu 5 s od začátku. Během této doby se kartáč otáčí. Tato doba narůstajícího zatížení je zahrnuta do doby kartáčování, tak že první doba 30 s se skládá z 5 s přechodu z nulového na maximální zatížení, a doby 25 s kartáčování s maximálním zatížením. [34]

5.1.5.3 Zkouška kartáčováním pro zkušební těleso asfaltového koberce drenážního použitím upraveného frézovacího stroje

Zkušební těleso se umístí ponořeným povrchem nahoru mezi upínací čelisti frézovacího stroje (D viz Obr. 15). Použitím správného závaží se zajistí síla kartáče na zkušební těleso (60 ± 3) N.

Celková doba kartáčování je 120 s, která je rozdělena na 3 doby (30 s, 30 s a 60 s). Po každé době je těleso vyjmuto a zváženo s přesností na 0,1 g (v pořadí m_3, m_4 a m_5).

Zatížení se na zkušební těleso aplikuje postupně v průběhu 5 s od začátku a to spouštěním směrovací kladky (G viz Obr. 15) rukou, dokud úplně nespočívá na zkušebním tělese. Během této doby se kartáč otáčí (60 ± 3) otáček za minutu. Doba s narůstajícím zatížením musí být zahrnuta do doby kartáčování, tak že první doba 30 s se skládá z 5 s přechodu z nulového na maximální zatížení, a doby 25 s kartáčování s maximálním zatížením. [34]

5.1.5.4 Zkouška kartáčováním pro zkušební těleso z jiné směsi než je asfaltový koberec drenážní použitím upraveného frézovacího stroje

Zkušební těleso se umístí ponořeným povrchem nahoru mezi upínací čelisti frézovacího stroje (D viz Obr. 15). Použitím správného závaží se zajistí síla kartáče na zkušební těleso (140 ± 5) N.

Celková doba kartáčování je 120 s, která je rozdělena na 3 doby (30 s, 30 s a 60 s). Po každé době je těleso vyjmuto a zváženo s přesností na 0,1 g (v pořadí m_3, m_4 a m_5).

Zatížení se na zkušební těleso aplikuje postupně v průběhu 5 s od začátku a to spouštěním směrovací kladky (G viz Obr. 15) rukou, dokud úplně nespočívá na zkušebním tělese. Během této doby se kartáč otáčí (60 ± 3) otáček za minutu. Doba s narůstajícím zatížením musí být zahrnuta do doby kartáčování, tak že první doba 30 s se skládá z 5 s přechodu z nulového na maximální zatížení, a doby 25 s kartáčování s maximálním zatížením. [34]

Výpočet a vyjádření výsledků

Zkouška se provádí na třech zkušebních tělesech a pro každé se vypočítají parametry A_i , B_i a C_i dle rovnic:

$$A_i = \frac{m_{1,i} - m_{2,i}}{m_{1,i}} \times 100$$

$$B_i = \frac{m_{2,i} - m_{5,i}}{m_{2,i}} \times 100$$

$$C_i = \frac{m_{1,i} - m_{5,i}}{m_{1,i}} \times 100$$

kde je

$m_{1,i}$ počáteční suchá hmotnost zkušebního tělesa i před ponořením do pohonné hmoty, v gramech (g);

$m_{2,i}$ hmotnost suchého zkušebního tělesa i po ponoření do pohonné hmoty, v gramech (g);

$m_{5,i}$ hmotnost zkušebního tělesa i po ponoření do pohonné hmoty a 120 s kartáčování, v gramech (g).

A_i , B_i a C_i ($i = 1, 2, 3$) se zaokrouhlí na 0,1 % a vypočítá se průměrná hodnota A , B a C , která se zaokrouhlí na nejbližší 1 %.

Parametr A a B ukazuje, jak zkoušený materiál reaguje vystavení chemickému a abrazivnímu zatížení. Parametr C uvádí celkovou ztrátu hmotnosti po chemickém a abrazivním zatěžování. [34]

5.2 Změny oproti verzi ČSN EN 12697-43 z června 2006

V novém vydání ČSN EN 12697-43 byly provedeny důležité technické změny:

- a) poznámka ohledně běžně používaného leteckého benzínu je odstraněna;
- b) podstata zkoušky je revidována a zpřesněna;
- c) sušárna je nahrazena klimatizační komorou;
- d) použití skleněné tyčinky je vyjasněno;
- e) zhutňovač desek je zahrnut jako třetí alternativa pro hutnění;
- f) dvě alternativní kartáčovací zkušební zařízení jsou zahrnuta místo míchačky;
- g) opotřebení kartáče a rychlost otáčení kartáče jsou nově vymezeny;
- h) doba uložení pro zkušební tělesa je revidována v porovnání s dobou uložení pro ostatní zkoušky z tohoto souboru norem;
- i) hloubka ponoření v pohonné hmotě je revidována;
- j) změna v době uložení pro zkušební tělesa s asfaltem modifikovaným polymery je odstraněna;
- k) očištění zkušebních těles po ponoření je zpřísněno;
- l) přidání kombinovaného parametru k měření celkových vlastností;
- m) kategorie pro dobrou, střední a špatnou odolnost jsou odstraněny;
- n) odhadnutá shodnost je odstraněna.

5.3 Postup zkoušky v laboratoři PKO

Průběh zkoušky byl částečně pozměněn oproti normě ČSN EN 12697-43, ale pouze do té míry, aby nedošlo ke zkreslení výsledků.

Zkušební tělesa nebyla v sadách po třech, jak uvádí norma, ale byl vybrán pouze jeden reprezentativní vzorek ze šesti směsí, viz níže. Byla vytvořena v laboratoři PKO dle EN 12697-35. Zkušební tělesa byla zhotovena průměru (100 ± 2) mm, výšky v rozmezí 40 mm až 60 mm a to i pro těleso z asfaltového koberce drenážního (PA), která by měla být (150 ± 2) mm (tato změna by neměla mít vliv na výsledek zkoušky). Zkušební tělesa byla zvážena a byla zaznamenána suchá hmotnost m_I .

5.3.1 Použité asfaltové směsi:

ACB 11 – mezerovitost 0 %

Jedná se o asfaltocementový beton (ACB) střednězrnný, s kamenivem kostry do 11 mm. Používá se jako vrstva obrusná, lze jej použít i jako vrstvu ložní. Jedná se o vrstvu vzniklou z asfaltem obalovaného kameniva (kostry) po prolití a zavibrování výplňové malty.

Asfaltem obalená kostra – rozprostřená a zhutněná z otevřené asfaltové směsi s mezerovitostí v rozmezí 17 % – 32 %, má charakter asfaltového koberce drenážního (PA).

Výplňová malta – tekutá cementová malta specifického složení, která slouží k vyplnění mezer v asfaltem obalené kostře

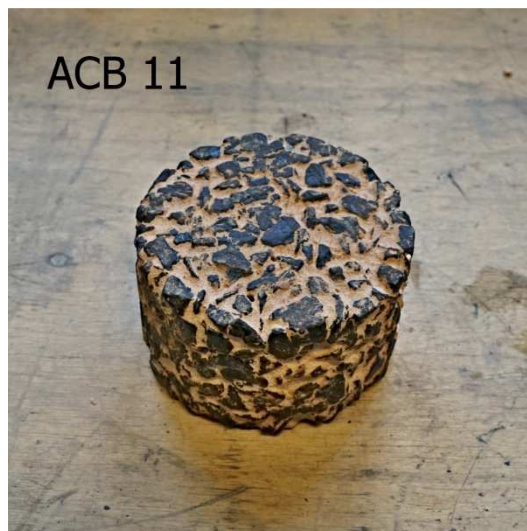
Vrstva ACB je vhodná pro pomalou a zastavující dopravu, například pro autobusové zastávky, manipulační plochy, sklady a průmyslové provozy. Limitujícím faktorem může být omezená drsnost. Výhodou je vysoká odolnost na bodové a dlouhodobé statické zatížení. Základem pro použití ACB je dostatečně únosný podklad. Maximální tloušťka vrstvy ACB je 100 mm, důvodem je požadavek na dokonalé prolití výplňovou maltou.

Výroba a pokládka asfaltem obalené kostry se provádí dle ustanovení a ČSN 73 6121 a ČSN EN 13108-7 pro výrobu asfaltového koberce drenážního. Položená vrstva kostry se nehutní, pouze se utáhne a hladí statickým tlakem lehkého válce. Položenou kostru je nutno chránit před znečištěním.

Výroba výplňové malty se zpravidla provádí v mobilním zařízení na místě dle technologického předpisu. Malta se rozprostírá stěrkami. Je možno ji podpořit zavibrováním lehkou vibrační deskou. Vibruje se přerušovaně, aby nedošlo k vytloukání kostry. [35] [41]



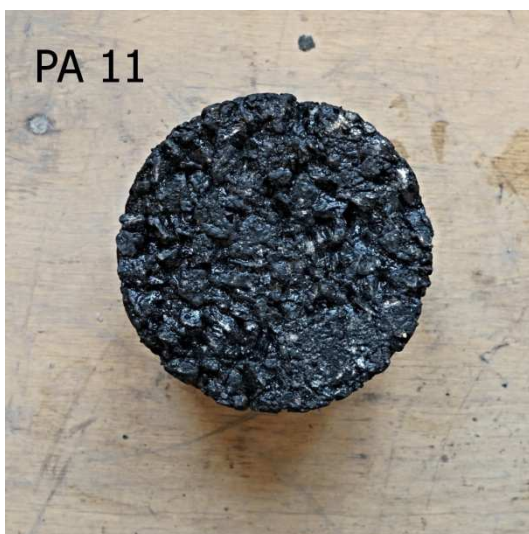
Obr. 18: Zkušební těleso ACB 11



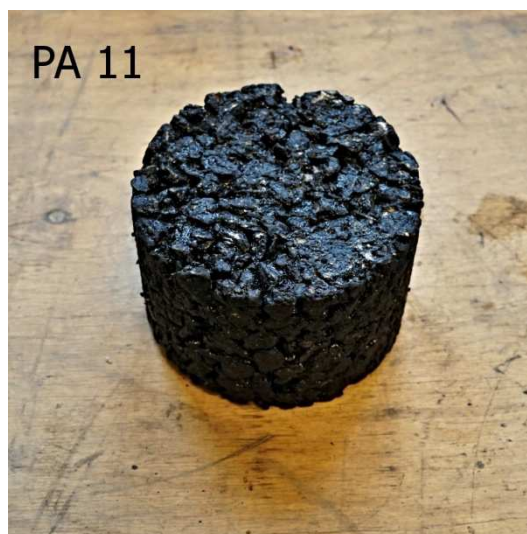
Obr. 19 Zkušební těleso ACB 11

PA 11 – mezerovitost 28 %

Jedná se o asfaltový koberec drenážní (PA = Porous Asphalt) střednězrný, s kamenivem kostry do 11 mm. Používá se pro obrusné vrstvy. Lze ho pokládat ve více než jedné vrstvě. Má přerušovanou čáru zrnitosti, kde nosnou kostru tvoří kamenivo nejhrubší zastoupené frakce – 70 % a více. Dobře odvádí srážkovou vodu vlastní směsí, a po nepropustném podkladě stéká k okraji vozovky, to přispívá ke zlepšení protismykových vlastností. Snižuje hlučnost jízdy vozidel o 3 dB – 5 dB, a z toho důvodu je vhodný do obytných zón. Hutnění se provádí pouze statickými válci bez vibrací, aby nedošlo k rozdrcení zrn kostry. Aby bylo zabráněno stékavosti pojiva používají se modifikované asfalty s celulóзовými vlákny. [36] [41]



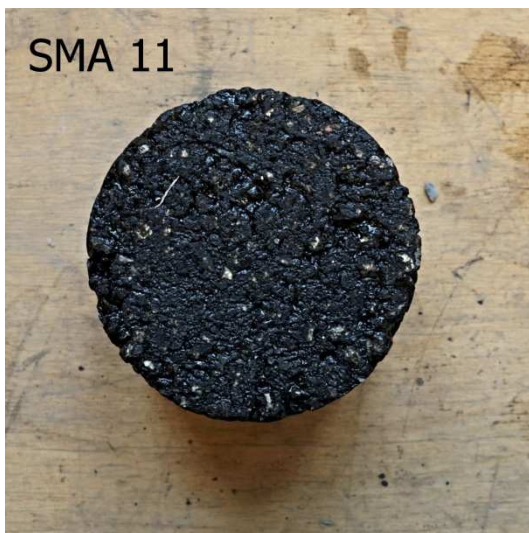
Obr. 20: Zkušební těleso PA 11



Obr. 21: Zkušební těleso PA 11

SMA 11 – mezerovitost 6 %

Jedná se asfaltový koberec mastixový (SMA = Stone Mastic Asphalt) střednězrný, s kamenivem kostry do 11 mm. SMA je určen pro obrusné vrstvy vysoce zatížených silničních a dálničních úseků a křižovatek. Má přerušovanou čáru zrnitosti, kde nosnou kostru směsi tvoří nejhrubší a částečně též druhá nejhrubší frakce kameniva, zbývající kamenivo je výplňové, společně s asfaltovým pojivem a kamennou moučkou vytváří asfaltovou maltu – mastix, která vzájemně tmelí zrna nosné kostry. Obsah asfaltového pojiva je v porovnání s asfaltovým betonem (AC) vyšší o 6 % až 8 %. Směs dobře odolává trvalým deformacím a mrazovým trhlinám. Díky příznivé makrotextuře je snížena hlučnost. Směs byla vyvinuta v 70. letech v Německu pro vozovky, kde se používaly pneumatiky s hřeby. Díky dotyku jednotlivých zrn ve směsi se klade důraz na vysokou kvalitu kameniva. [37] [41]



Obr. 22: Zkušební těleso SMA 11



Obr. 23: Zkušební těleso SMA 11

ACO 11 – mezerovitost 4 %

Jedná se asfaltový beton (AC = Asphalt Concrete) střednězrný pro obrusnou vrstvu (ACO), s kamenivem kostry do 11 mm. Vyznačuje se plynulou čarou zrnitosti, na kostře zhutněné směsi se podílí všechny frakce kameniva vzájemným dotykem jednotlivých zrn. Asfaltový beton je určen pro stavbu krytů silničních a dálničních vozovek, letištních a jiných zpevněných ploch. Směs se vyrábí na obalovnách, po rozprostření a dokonalém zhutnění je vodotěsná. [38] [41]



Obr. 24: Zkušební těleso ACO 11



Obr. 25: Zkušební těleso ACO 11

BBTM 5 – mezerovitost 8,5 %

Jedná se o asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy (BBTM = Beton Bitumineux Très Minces) s kamenivem kostry do 5 mm. BBTM je určen pro ohrusné vrstvy vozovek o tloušťce 20 mm až 30 mm, ve které jsou frakce kameniva odstupňovány tak, aby umožnily vytvoření otevřené povrchové struktury. Používá se při rekonstrukcích vozovek a také při opravách na vozovkách porušených trhlinami. Má o 3 dB nižší hlučnost než běžný asfaltový beton (AC). Z ekonomického hlediska umožňuje efektivní, rychlé a levné zhotovení ohrusné vrstvy při dodržení všech kvalitativních požadavků. [39] [41]



Obr. 26: Zkušební těleso BBTM 5



Obr. 27: Zkušební těleso BBTM 5

SMA LA – mezerovitost 9 %

Jedná se o asfaltový koberec mastixový se zvýšenou mezerovitostí, díky které dochází ke zvýšení útlumu hluku (LA = Lärmarm = nízkohlučný). Tato varianta se zavádí z důvodů menších nároků na pravidelnou údržbu a nižší náročnosti na zimní údržbu, oproti drenážním asfaltovým kobercům drenážním (PA). Čára zrnitosti je oproti klasickému SMA změněna. Směs obsahuje menší podíl jemných částic. [40]



Obr. 28: Zkušební těleso SMA LA



Obr. 29: Zkušební těleso SMA LA

Dále byly všechny vzorky z uvedených směsí umístěny do nerezové vany na nerezový děrovaný rošt, tak aby bylo zabráněno nahromadění vzduchu pod zkušebními tělesy. Tato změna zkušebního postupu, oproti kádince se skleněnou tyčinkou, byla zvolena z důvodu nedostatečného vybavení a po konzultaci s vedoucím bylo rozhodnuto, že tato změna také nebude mít zásadní vliv na výsledek. Potřebný rozestup 10 mm byl dodržen.



Obr. 30: Zkušební tělesa přichystaná na ponoření do pohonné hmoty

Následně byla tělesa pomocí nálevky zalita pohonnou hmotou, v našem případě byl zvolen Benzin – Natural 95. Zkušební tělesa byla zalita do $(50 \pm 3) \%$ výšky dle normy.



Obr. 31: Zkušební tělesa ponořena do pohonné hmoty

Nerezová vana se zkušebními tělesy byla překryta kovovou fólií a ponechána při pokojové teplotě po dobu 24 h v laboratoři PKO.

Tělesa byla vyjmuta po 24 h. Ihned bylo zřejmé, jaké destruktivní účinky na zkušební tělesa benzin má. Potom byla tělesa omyta a očištěna jemným štětcem.

Dalším krokem bylo vložení do sušárny při teplotě $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ po dobu 24 h.

Po vyjmutí ze sušárny byla tělesa zdokumentována a byla zaznamenána hmotnost po aplikování chemického zatížení m_2 .

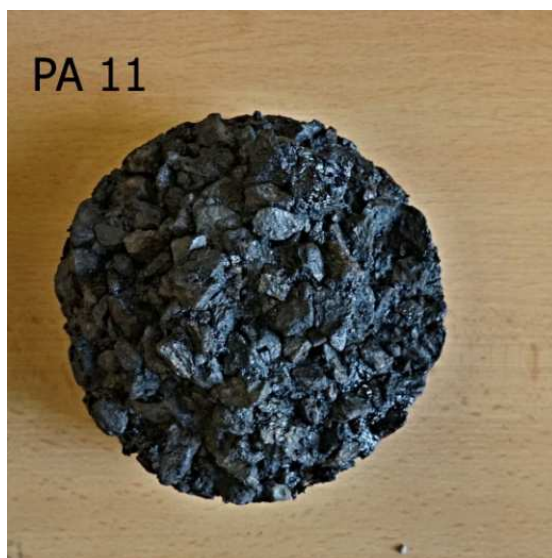
5.3.2 Zkušební tělesa po opláchnutí a vysušení v sušárně



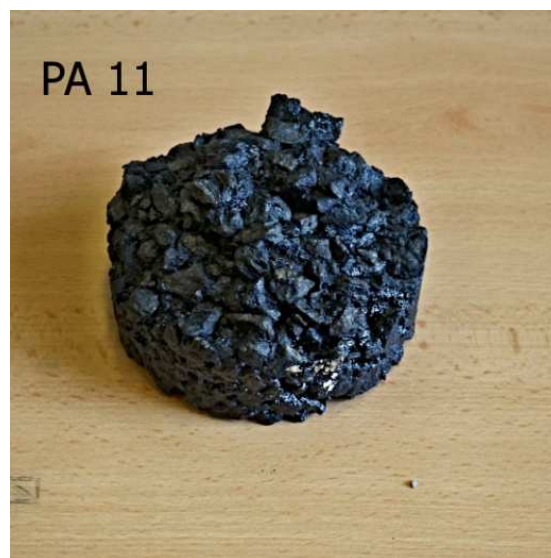
*Obr. 32: Vzorek ACB 11 po máčení
v benzinu*



*Obr. 33: Vzorek ACB 11 po máčení
v benzinu*



*Obr. 34: Vzorek PA 11 po máčení
v benzinu*



*Obr. 35: Vzorek PA 11 po máčení
v benzinu*



SMA 11

*Obr. 36: Vzorek SMA 11 po máčení
v benzinu*



SMA 11

*Obr. 37: Vzorek SMA 11 po máčení
v benzinu*



ACO 11

*Obr. 38: Vzorek ACO 11 po máčení
v benzinu*



ACO 11

*Obr. 39: Vzorek ACO 11 po máčení
v benzinu*



*Obr. 40: Vzorek BBTM 5 po máčení
v benzinu*



*Obr. 41: Vzorek BBTM 5 po máčení
v benzinu*



*Obr. 42: Vzorek SMA LA po máčení
v benzinu*



*Obr. 43: Vzorek SMA LA po máčení
v benzinu*

5.3.3 Vyhodnocení zkoušky

V tabulce níže jsou zaneseny hmotnosti m_1 a m_2 a procentuální úbytek hmotnosti na zkušebních tělesech z jednotlivých směsí.

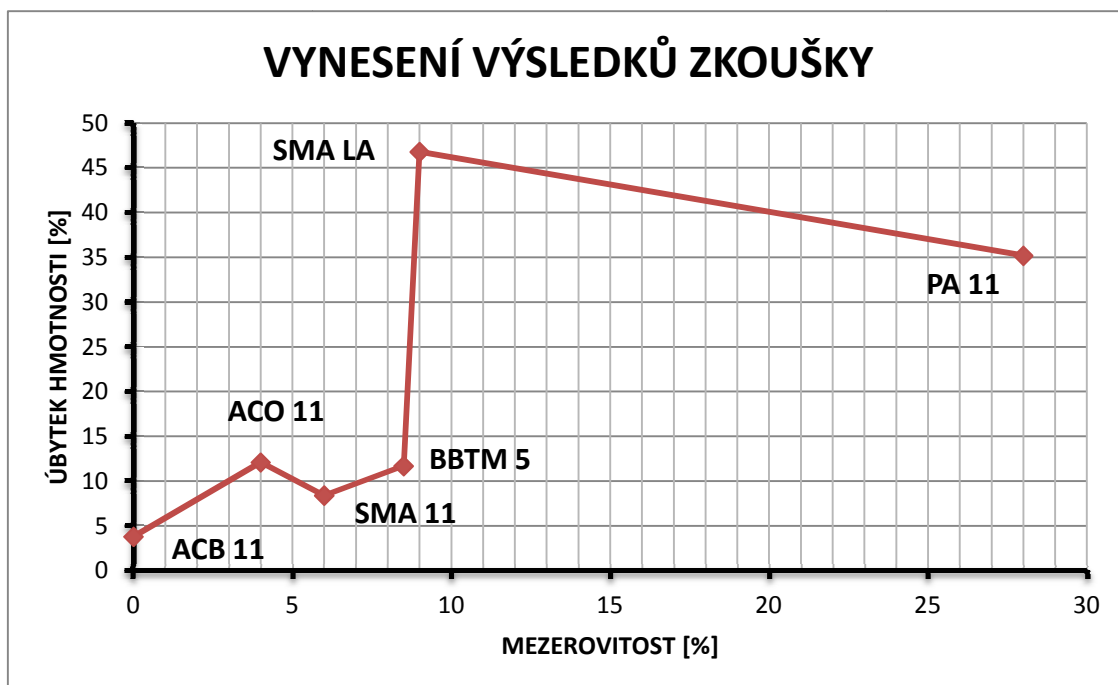
Všechny směsi, kromě ACB 11 měly procentuální úbytek hmotnosti větší než 5 % a tudíž u nich byla zkouška zastavena tak, jak praví norma, už po omytí a osušení.

Zkušební těleso ACB 11 mělo úbytek hmotnosti pouze 3,8 %, ale po konzultaci s vedoucím jsme rozhodli ani u této směsi kartáčování ponořeného povrchu neprovádět. Důvodem bylo, že směs je natolik specifická svým použitím a složením, že by výsledky byly zkreslené, v porovnání s ostatními směsmi.

Tab.7: Zaznamenání výsledků zkoušky

Zkušební těleso	Hmotnost m_1 (g)	Hmotnost m_2 (g)	$\frac{m_{1,i} - m_{2,i}}{m_{1,i}} \times 100 \%$
ACB 11	1071,9	1031,4	3,8 %
PA 11	1142,3	740,5	35,2 %
SMA 11	1204,9	1103,9	8,4 %
ACO 11	1248,7	1098,4	12,1 %
BBTM 5	1143,2	1009,5	11,7 %
SMA LA	1131,3	601,8	46,8 %

Graf 1: Zaznamenání výsledků zkoušky graficky



5.4 Speciální modifikované asfalty – varianta jak zlepšit odolnost proti působení pohonných hmot

Variantou, jak zlepšit odolnost proti působení pohonných hmot je použití speciálních modifikovaných asfaltů, které svými vlastnostmi těmto látkám lépe odolávají. Příkladem takové modifikované asfaltové směsi je Starfalt PmB 45/80 FR od společnosti OMW. Asfaltová směs s využitím tohoto pojiva nebyla zkoušena.

OMV Starfalt PmB 45/80 FR

Jedná se o modifikované asfaltové pojivo s vysokou odolností proti palivům (FR = Fuel Resistant). Bylo vyvinuto speciálně pro použití na plnicích stanicích, letištích, rozsáhlých parkovacích plochách a všude, kde je zapotřebí zajistit vysokou odolnost vůči palivům. Vyniká vysokou odolností vůči palivům dle EN 12697-43. Může být použito jako pojivo do směsí asfaltového betonu (AC), asfaltového koberce mastixového (SMA) a pro asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy (BBTM).

Směsi s tímto pojivem mají prodlouženou životnost, jsou odolné vůči trvalým deformacím, odolávají rozmrazovacím kapalinám dle EN 12697-41 a mají vysokou odolnost proti působení pohonných hmot dle EN 12697-43. [42]

Takto vypadá zkušební těleso při použití modifikovaného pojiva Starfalt PmB 45/80 FR. Je patrné, že úbytek materiálu z máčeného povrchu zdaleka není tak veliký, jako u zkoušených směsí. Zkoušku provedli v laboratořích OMW.



Obr. 44: Zkušební těleso s použitím pojiva Starfalt PmB 45/80 FR, po zkoušce kartáčováním[42]

6 Závěr

Bakalářská práce popsala problematiku silniční přepravy nebezpečných látek, rozebrala mezinárodní předpis ADR a zákon o silniční dopravě platný v České republice. Pozornost byla věnována hlavně přepravě hořlavých kapalin v cisternách. Byly popsány požadavky na značení cisteren, na vybavení cisteren a na povinnosti při jejich plnění a vyprazdňování.

V další části jsem se zabýval úniky ropných látek a jejich vlivem na životní prostředí, v případě dopravních nehod jejich vlivem na krytové vrstvy vozovek, s následnou likvidací pomocí sorbentů a dalšími bezpečnostními postupy.

Dále byla podrobně rozebrána zkušební metoda z normy ČSN EN 12697-43 Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 43: Odolnost proti působení pohonných hmot, která se zabývá odolností asfaltových směsí proti působení pohonných hmot.

V samotné praktické části byla vybrána zkušební tělesa šesti vzorků různých asfaltových směsí, která byla zkoušena dle postupů uvedených v normě, s malými úpravami. Po vyhodnocení zkoušky bylo zjištěno, že hlavním faktorem, který ovlivňuje odolnost jednotlivých směsí je mezerovitost. Závislost hmotnostního úbytku na mezerovitosti asfaltové směsi není lineární, ale to přikládám za vinu nízkému počtu zkoušených zkušebních těles.

Cílem práce bylo zabývat se problematikou vlivu úkapů ropných látek na krytové vrstvy vozovek. Bylo zjištěno, že v laboratorních podmínkách, při dodržení postupů z normy, je tento vliv na zkušební tělesa natolik destruktivní, že ani další postup zkoušky není možný. Je to způsobeno ponořením zkušebních těles po dobu 24 h do pohonné hmoty. Tato doba neodpovídá reálným podmínkám při dopravních nehodách, kde dochází velice rychle k zneškodnění uniklých ropných látek a to díky práci zasahujících záchranných sborů. Bylo by dobré porovnat výsledky například s jádrovými vývrty z místa skutečně zasaženého únikem ropných látek.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] Prognóza dopravy do roku 2030. *Asphalt*. 2014, (5): 5.
- [2] ŠENOVSKÝ, Michail. *Nebezpečné látky*. 2. rozš. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001, 18 s. ISBN 80-861-1174-1. Dostupné také z: <http://skolenihasicu.kvalitne.cz/data/Nebezpecne%20latky/nebezpecne%20latky.pdf>.
Učební texty pro posluchače 1. a 2. ročníku. VŠB - Technická univerzita Ostrava.
- [3] Školení dle předpisů ADR, RID, ADN, IMDG. *TÜV SÜD Czech* [online]. 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.tuv-sud.cz/cz-cz/cinnosti/vzdelavani/technika/skoleni-dle-predpisu-adr-rid-adn-imdg>
- [4] Eurostat: Your key to European statistics. *Eurostat* [online]. 2015 [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>
- [5] Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě: Část III Přeprava nebezpečných věcí v silniční dopravě. *Sbírka zákonů České republiky*. 1994. Dostupné také z: <http://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-o-silnicni-doprave/uplne/>
- [6] Přeprava nebezpečných věcí (ADR). *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 2015 [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/Preprava_nebezpecnych_veci.html
- [7] Bezpečnostní značky ADR. *Společnost INTER EXPRES servis s.r.o* [online]. 2011 [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.interexpres.cz/?language=1&page=92>
- [8] Kemler a UN – označování nebezpečných látek při silniční přepravě. *Požáry.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>
- [9] Výstražné tabule: Označení některých nebezpečných látek. *Hasiči Bezděkov* [online]. 2011 [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://hasicibezdekov.webnode.cz/prevence/chemicke-havarie/vystrazne-tabule/>
- [10] Příručka pro školení řidičů ADR. *M KONZULT s.r.o* [online]. 2013 [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: http://mkonzult.cz/data/doc/ADR_2013_PUBLIKACE_M_KONZULT.pdf

- [11] PODSTAWKA, Václav. Pohonné hmoty: Velké nebezpečí, přísné předpisy. *Nebezpečný náklad*. 2011, (5): str. 10 – 12. Dostupné také z: http://www.nebezpecnynaklad.cz/inc/clanky/1105_phm.pdf
- [12] Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí ADR: ČÁST 4 USTANOVENÍ O POUŽÍVÁNÍ OBALŮ A CISTEREN. *Ministerstvo dopravy*. 2015. Dostupné také z: http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/FC87FDC7-A33C-4974-973B-09B5E6D0C6C0/0/09_ADR2015_Cast4.pdf
- [13] BARTLOVÁ, Ivana. *Nebezpečné látky*. 2. rozš. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 211 s. ISBN 80-866-3459-3.
- [14] Cisterny na ADR: čím modernější, tím bezpečnější. *ATOZ Logistics* [online]. 2011 [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.logisticsatoz.com/cisterny-na-adr-cim-modernejsi-tim-bezpecnejsi>
- [15] Školení ADR: Cisternová vozidla. HAVEL, David. *David Havel píše* [online]. 2010 [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://davidhavel.pise.cz/64-skoleni-adr-den-prvni-cisternova-vozidla.html>
- [16] Nehoda cisterny na rychlostní komunikaci. HOSÁK, Zdeněk. *Požáry* [online]. 2011 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/41889-nehoda-cisterny-na-rychlostni-komunikaci/>
- [17] Převrácená cisterna ve Varnsdorfu způsobila poplach hasičům i ekologům. SUCHARDA, Jiří. *Požáry* [online]. 2013 [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/66365-prevracena-cisterna-ve-varnsdorfu-zpusobila-poplach-hasicum-i-ekologum/>
- [18] Silniční přeprava nebezpečných věcí. *Policie ČR* [online]. 2010 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/silnicni-preprava-nebezpecnych-veci.aspx>
- [19] KVARČÁK, Miloš, Jitka VAVREČKOVÁ a Zdeněk ŽEMLIČKA. *Likvidace ropných havárií*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2000, 106 s. ISBN 80-86111-61-X.
- [20] *Kompendium sanačních technologií*. 1. vyd. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2006, 255 s. ISBN 80-868-3215-5.

- [21] Termická desorpce je šancí nejen pro ostravské laguny. GROF, Aleš. *Odpady-online* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/termicka-desorpce-je-sanci-nejen-pro-ostravske-laguny/>
- [22] Greenwashing at the Green Festival. *Lara Adler* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.laraadler.com/coaches/greenwashing-at-the-green-festival>
- [23] Sorbenty pro likvidaci úniků ropných látek. *Oleje.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.oleje.cz/clanek/Sorbenty-pro-likvidaci-uniku-ropnych-latek>
- [24] Vapex: Výhody. *Perlit s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.perlit.cz/?re=1&sk=4&me=2&ka=2&pk=1>
- [25] Nowap. *Perlit s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.perlit.cz/?re=1&sk=4&me=2&ka=2>
- [26] DRDA, Josef. Organický olejový absorbent CANSORB. *SFI a.s.* [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.sfias.net/cansorb.html>
- [27] HAPPY END CZ radí: Chemické sorbenty. *HAPPY END* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/52893-happy-end-cz-radi-chemicke-sorbenty-jsou-vyrobeny-z-latek-odolavajicich-pusobeni-velmi-agresivnich-chemikalii/>
- [28] Univerzální sorpční drť LITE-DRI. *Proti-ohni* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.proti-ohni.cz/univerzalni-sorpcni-drt-lite-dri-sypky-sorbent-10kg/>
- [29] Chemický sorpční had. *HAPPY END* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.happyend.cz/chemicky-sorpcni-had-2/>
- [30] Hydrofobní sorpční proužky. *POHAS* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.pohas.cz/hydrofobni-sorpcni-prouzky-textilni-sorbent-2>
- [31] Rychlosavé pracovní utěrky. *Somax Plus* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.somaxplus.cz/cz/eshop/product/635-rychlosave-pracovni-uterky-economy/>

- [32] HAPPY END CZ radí: Olejové sorbenty mohou být textilní i sypké. *HAPPY END CZ* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/52892-happy-end-cz-radi-olejove-sorbenty-mohou-byt-textilni-i-sypke/>
- [33] Skládací posypový vozík na sorbenty. *REO AMOS* [online]. 2011 [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: <http://www.reoamos.cz/skladaci-posypovy-vozik-na-sorbenty/d-9680/>
- [34] ČSN EN 12697-43. *Asfaltové směsi – Zkušební metody pro asfaltové směsi za horka – Část 43: Odolnost proti působení pohonných hmot*. Prosinec 2014. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [35] ČSN 73 6127-3. *Stavba vozovek – Prolévané vrstvy: Část 3: Asfaltocementový beton*. Březen 2008. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [36] ČSN EN 13108-7. *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály: Část 7: Asfaltový koberec drenážní*. Březen 2008. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [37] ČSN EN 13108-5. *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály: Část 5: Asfaltový koberec mastixový*. Březen 2008. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [38] ČSN EN 13108-1. *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály: Část 1: Asfaltový beton*. Březen 2008. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [39] ČSN EN 13108-2. *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály: Část 2: Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy*. Březen 2008. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [40] Experimentální poznatky s návrhem akustických asfaltových směsí SMA LA a LOA. VALENTIN, J., VARAUS M., MONDSCHEN P., HÝZL P. a STEHLÍK D. *SILNICE ŽELEZNICE* [online]. 2014 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/experimentalni-poznatky-s-navrhem-akustickych-asfaltovych-smesi-sma-la-a-loa/>
- [41] ČSN EN 13108-20. *Asfaltové směsi – Specifikace pro materiály: Část 20: Zkoušky typu*. Březen 2008. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [42] OMV Bitumen Special. *OMV* [online]. 2015 [cit. 2015-05-22]. Dostupné z: https://www.omv.cz/portal/01/cz/omv_cz/Produkty/Informace_o_vyrobcich/Bitumen/OMV_Bitumen_Special/!ut/p/b0/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfGjzOLNDSxNjIwNjCz9jb3cDDxN3Dx8vEy8jY3CTPSDk4v1C7IdFQEcoomj

8 Seznam obrázků

Obr. 1: Příklad značení cisterny převážející nebezpečnou látku [10].....	22
Obr. 2: Nehoda cisterny, pohled 1 [16]	28
Obr. 3: Nehoda cisterny, pohled 2 [16]	28
Obr. 4: Nehoda cisterny, rozprostření sorbentu [16]	28
Obr. 5: Nehoda cisterny, pohled 3 [16]	28
Obr. 6: Nehoda cisterny, pohled 1 [17]	29
Obr. 7: Nehoda cisterny, unikající kapalina [17].....	29
Obr. 8: Cisterna je převrácena na bok pod úhlem do 80 °[19]	30
Obr. 9: Cisterna je převrácena na bok pod úhlem 80 ° – 180 °. [19].....	31
Obr. 10: Schéma absorpce a adsorpce [22].....	33
Obr. 11: Rozprostření sorbentu ručně [32]	40
Obr. 12: Rozprostření sorbentu pomocí speciálního vozíku [33].....	40
Obr. 13: Upínací kolík [34].....	43
Obr. 14: Příklad rámu pro zkoušku kartáčováním [34]	43
Obr. 15: Kartáčovací zařízení založené na frézovacím stroji [34].....	44
Obr. 16: Ocelový kartáč [34]	45
Obr. 17: Očištění zkušební tělesa po ponoření [34].....	46
Obr. 18: Zkušební těleso ACB 11	52
Obr. 19 Zkušební těleso ACB 11	52
Obr. 20: Zkušební těleso PA 11	52
Obr. 21: Zkušební těleso PA 11	52
Obr. 22: Zkušební těleso SMA 11	53
Obr. 23: Zkušební těleso SMA 11	53
Obr. 24: Zkušební těleso ACO 11	54
Obr. 25: Zkušební těleso ACO 11	54
Obr. 26: Zkušební těleso BBTM 5.....	54
Obr. 27: Zkušební těleso BBTM 5.....	54
Obr. 28: Zkušební těleso SMA LA	55
Obr. 29: Zkušební těleso SMA LA	55
Obr. 30: Zkušební tělesa přichystaná na ponoření do pohonné hmoty.....	56
Obr. 31: Zkušební tělesa ponořena do pohonné hmoty	56
Obr. 32: Vzorek ACB 11 po máčení v benzínu	57

Obr. 33: Vzorek ACB 11 po máčení v benzínu	57
Obr. 34: Vzorek PA 11 po máčení v benzínu	57
Obr. 35: Vzorek PA 11 po máčení v benzínu	57
Obr. 36: Vzorek SMA 11 po máčení v benzínu	58
Obr. 37: Vzorek SMA 11 po máčení v benzínu	58
Obr. 38: Vzorek ACO 11 po máčení v benzínu.....	58
Obr. 39: Vzorek ACO 11 po máčení v benzínu.....	58
Obr. 40: Vzorek BBTM 5 po máčení v benzínu.....	59
Obr. 41: Vzorek BBTM 5 po máčení v benzínu.....	59
Obr. 42: Vzorek SMA LA po máčení v benzínu	59
Obr. 43: Vzorek SMA LA po máčení v benzínu	59
Obr. 44: Zkušební těleso s použitím pojiva Starfalt PmB 45/80 FR, po zkoušce kartáčováním[42]	61

9 Seznam tabulek

Tab. 1: Přeprava nebezpečných věcí kategorie 3 Hořlavé kapaliny v tunokilometrech[4]	14
Tab. 2: Bezpečnostní značky ADR [7].....	19
Tab. 3: Význam jednotlivých číslic u Kemlerova kódu [8].....	21
Tab. 4: Příklad oranžové tabulky [9].....	22
Tab. 5: Kódování cisteren dle ADR [12].....	23
Tab.6: Počet dopravních nehod, při přepravě nebezpečných věcí [18].....	29
Tab.7: Zaznamenání výsledků zkoušky.....	60

10 Seznam grafů

Graf 1: Zaznamenání výsledků zkoušky graficky.....	60
--	----

11 Seznam zkratek

ADN	Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
PKO	Pozemní komunikace
ACB	Asfaltocementový beton
PA	Asfaltový koberec drenážní
SMA	Asfaltový koberec mastixový
LA	Nízkohlučný
ACO	Asfaltový beton pro ohrusné vrstvy
BBTM	Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy
FR	Odolný proti působení pohonných hmot